térmicos ou mecânicos e respectiva aparelhagem;

3. Orientar e superientender nas missões de estudo ou estágio, dos nossos técnicos, aos centros siderúrgicos ou mineiros mais reputados, tendo em vista a preparação do futuro pessoal técnico mineiro e metalúrgico;

4. realizar um inquérito à indústria metalúrgica e metalo-mecânica, tendo em vista o estudo das matérias primas utilizadas, processos de fabrico e tratamento, aparelhagem empregada, grau de perfeição dos produtos acabados, métodos de controle científico usados e grau de preparação técnica do pessoal;

5. esclarecer as entidades oficiais ou particulares, como órgão de consulta, sobre quaisquer problemas ou questões de ordem técnica no domínio metalúrgico;

6. informar sobre a melhor forma de organização do ensino de metalurgia nos seus vários graus;

7. organizar o plano geral de estudos, trabalhos e missões a realizar, escalonado em fases sucessivas, e elaborar o respectivo orçamento;

8. orientar e promover, em colaboração com o Serviço do Fomento Mineiro e o I. Português de Combustíveis, a realização de todos os ensaios de ordem metalúrgica, exigidos pelo estudo do problema siderúrgico, os quais serão feitos em laboratórios próprios, e nos estrangeiros, neste caso, sob a fiscalização de delegados de Instituto;

9. estabelecer, com o auxílio de técnicos consultivos estrangeiros, e depois de possuir o conhecimento de todos os dados do problema, o plano geral da instalação futura;

10. acompanhar a construção de todas as máquinas e aparelhos precisos junto das casas construtoras e a sua montagem «in loco»;

11. estudar todos os problemas metalúrgicos, relativos a quaisquer metais ou ligas, que lhe sejam submetidos pelas entidades oficiais e interessem ao aperfeiçoamento e desenvolvimento da indústria metalúrgica, quer continental, quer ultramarina;

12. contratar os técnicos nacionais ou estrangeiros, cuja colaboração seja necessária aos trabalhos do Instituto;

13. propor ao Governo todas as medidas necessárias à realização do empreendimento siderúrgico e que tenham de ser estudadas noutros Ministérios, como sejam, vias de comunicação, instalações portuárias de mar ou fluviais, etc;

14. publicar uma revista ou boletim onde se registem todos os estudos feitos e se dê conta dos factos ocorridos de maior interesse ao conhecimento da evolução científica e técnica no campo da metalurgia, a fim de orientar os industriais e o público em geral.

Insisto em pensar que só um tal Instituto, devidamente organizado, poderá levar a cabo a árdua tarefa criadora que se impõe, e a tarefa subsequente de contribuir para o progresso científico e técnico das indústrias metalúrgicas.

Quanto a este ponto não devemos esquecer que Portugal tem obrigação iniludível de tomar parte activa no movimento científico internacional, fonte principal de prestígio e de progresso no mundo de hoje.

* * *

Há muitos problemas a resolver e ensaios a efectuar que convirá, por óbvias razões, não entregar a estrangeiros. Porque não instalarmos nós laboratórios próprios para o seu estudo? Seriam, evidentemente, muitas as vantagens de tal facto, que escuso de encarecer aqui.

Mal parece que não sejamos nós a determinar experimentalmente os leitos de fusão mais apropriados técnica e econòmicamente, para a nossa siderurgia, depois de estudar convenientemente todos os seus componentes e a sua própria beneficiação; e a resolver tantos outros problemas!

* * *

Seja-me permitido insistir aqui ainda quanto à necessidade de preparação oportuna de técnicos nacionais siderúrgicos.

A siderurgia é uma técnica complexa e de especialização profunda.

Numa publicação de um distinto professor norte-americano encontrei citadas, para

as grandes empresas do seu país, nada menos de 11 especialidades:

1.ª — minérios e seu beneficiamento,
2.ª — altos-fornos
3.ª — fornos Siemens-Martin,
4.ª — convertidores Bessemer,
5.ª — fornos eléctricos,
6.ª — forjas
7.ª — laminagem,
8.ª — tratamentos térmicos,
9.ª — contrôle das operações,
10.ª — inspecção da produção e contrôle da qualidade,
11.ª — na aplicação dos produtos das fábricas às necessidades dos consumidores.

Mas número igual, ou talvez maior, dizia o mesmo, é empregado nas fábricas que adquirem o aço semi-acabado e o consomem na manufactura de artigos de comércio, automóveis, frigoríficos, etc.

Uma tal especialização só pode adquirir-se nas próprias fábricas onde se fabrica a guza e o aço e destes se parte para a infinita variedade de máquinas e produtos.

Impõe-se portanto a ida, com demora, de eng.os, agentes técnicos e operários de categoria, aos centros siderúrgicos estrangeiros, a fim de adquirirem os conhecimentos práticos que terão de aplicar, uma vez construída, montada e posta em andamento a complicada maquinaria da nossa siderurgia.

Não que eu pense que se deva incumbir, na 1.ª fase, o papel de primeira linha aos portugueses, mas porque é preciso preparar os portugueses para reduzir (eliminar logo que possível) o número de técnicos estrangeiros.

Na mesma ordem de ideias só haverá vantagem, para um ensino mais profícuo, em que os professores de metalurgia vão em visitas de estudo ao estrangeiro.

Quero aqui manifestar o meu vivo reconhecimento ao Instituto para a Alta Cultura, por ter atendido a exposição que em tal sentido lhe enviei, o que me permitirá, e a mais dois auxiliares, visitar no próximo Verão as instalações siderúrgicas do N. de Espanha. Indo ao encontro do que nela expus, concedeu também o I. A. C. uma bolsa de estudo a um engenheiro para metalurgia.

* * *

Desde 1939, data em que apresentei no Conselho Superior de Minas, ao discutir-se o plano geral do S. do Fomento Mineiro, várias sugestões e pontos de vista, aqui novamente perfilhados, acerca do problema siderúrgico, até hoje, nove anos se passaram. Neste espaço de tempo muito se fez e caminhou, sem dúvida, mas a caminhada não foi feita ao ritmo próprio da técnica dos tempos modernos. Estamos na época das grandes velocidades em tudo. Temos de andar mais depressa, atacar os problemas, uma vez equacionados, com a máxima energia e amplitude.

Em tempos idos supunha eu que havia em Portugal o medo aos grandes problemas, e que era por isso, que o problema siderúrgico se não resolvia.

Hoje, porém, em face de grandiosos empreendimentos levados a cabo no nosso País, nos últimos tempos, e me abstenho de citar, porque são do conhecimento de todos os que me lerem, mudei de opinião. Mas, mesmo que a envergadura da obra da siderurgia nacional fosse de grandeza excepcional, nada nos obriga a fazer tudo duma assentada.

As maiores empresas siderúrgicas do mundo (as que têm tradições históricas) começaram por ser pequenas oficinas. Citarei dois exemplos elucidativos. O 1.º é o da grande casa Krupp, o colosso de Essen, na Alemanha. Nascida [1] em 1811 a fundição de aço, passava, de 1849 a 1959, da pequena indústria de ornamentos, sucessivamente para a das vias férreas e depois para a técnica dos transportes, e por fim para a dos armamentos, com a 1.ª encomenda de 300 tubos de canhão em aço fundido para a artilharia de campanha prussiana.

Em 1890 criava a oficina de laminagem para blindagens, técnica que desenvolveu e ràpidamente aplicou aos couraçados da marinha de guerra.

---

[1] «Alfred Krupp e a sua raça», por Wilhelm Berdrau, Berlim, 1939.

A aquisição da fábrica Gruson, pela Krupp, bem como a de um estaleiro naval em Kiel, mais aumentou, em seguida, a sua projecção no mundo metalúrgico.

Em 1914 já tinha ao seu serviço 81.400 operários e empregados. E por fim tornou-se uma das grandes metrópoles de aço do mundo.

Outro exemplo: — em 1872 a produção de guza no Sul da Rússia não ia além de 6.000 toneladas. Em 1886 a produção subia a 35.000 toneladas em 2 fábricas com 5 altos fornos. De então em diante novas fábricas, porém, se ergueram, de modo que em 1900 ascendia já a 20 o seu número e a 34 o número de altos fornos, excedendo a produção global de guza um milhão de toneladas nessa região, quando a total da Rússia pouco excedia 3 milhões de toneladas na mesma época.

Hoje, a produção global russa excede já os 20 milhões anuais de toneladas!

Iniciado com resultados favoráveis o estudo em profundidade do nosso problema, perdido entre nós o receio dos grandes empreendimentos, criado o clima siderúrgico, que a ausência de opiniões contrárias à criação da indústria mais firma, resta talvez (eu sei lá) a questão dos mercados de consumo... Esquece-se com frequência referir à escala imperial os nossos problemas. Temos de ter sempre presente a existência do nosso vasto Império ultramarino, com todo o seu formidável potencial de riquezas e energias a despertar para a vida.

Numa época, mais do que nunca turva, a nossa responsabilidade de grande, heróica e brilhante nação colonial, civilizadora e missionária, torna-se mais viva, mais forte, mais incitadora. À siderurgia nacional não faltarão campos de aplicação dos seus ferros e aços em Portugal e nos seus domínios. Vem a propósito lembrar que a Bélgica, segundo opinião dum dos seus mais eminentes técnicos, o director geral de Cockerill [1], se julga em condições de concorrer vantajosamente com a indústria americana, a ponto de estar a exportar para os E. U. da América!

Tenhamos sempre presente no espírito, que alguns países, a Itália e a Dinamarca (sem ferro nem carvão), o Japão (sem carvão), e outros países, em piores condições que nós, conseguiram, mercê do seu esforço e poder de iniciativa, criar uma siderurgia florescente.

Já em 1890 o eng.º Rego Lima se referia à Itália com rasgados elogios, porque não tendo matérias-primas tinha então uma importante indústria siderúrgica e fabricava couraçados nos seus estaleiros, locomotivas e máquinas de todo o género, em condições, dizia ele, muito mais onerosas do que seriam as do nosso País.

A Dinamarca, sem matérias-primas, tem uma importante indústria de construção de máquinas de toda a espécie, industriais, agrícolas, eléctricas, motores, de que o Diesel é o mais conhecido, constrói navios, locomotivas e vagões de caminho de ferro, etc., e exporta grande parte da sua produção.

A Finlândia, apesar da pobreza do seu subsolo, e lutando contra a concorrência estrangeira, tinha já em 1931 [1], dedicados à metalurgia, 207 estabelecimentos (fundições, laminadores, fornos de aço).

A Suíça tem, como se sabe, com poucos recursos minerais, uma poderosa indústria de máquinas cuja origem remonta apenas aos princípios do século XIX, tendo contribuído notàvelmente para o desenvolvimento das máquinas a vapor. Esta indústria que em 1901 ocupava 45.378 operários em 1.899 empresas, possuía em 1937 nada menos de 1.866 empresas com 109.551 operários.

Da sua produção que abrange uma infinidade de artigos, $^2/_3$ são exportados.

A Holanda, que dispõe de poucas matérias-primas e de pouca riqueza mineral, pois no seu sub-solo só há carvão, tem altos-fornos em Velzen, à margem do canal do mar do Norte, e grandes fábricas de máquinas, locomotivas, turbinas, britadores, telefones, cujos produtos de primeira qualidade, gozam da fama internacional. São notáveis a indústria de rádio e lâmpadas eléctricas, as fábri-

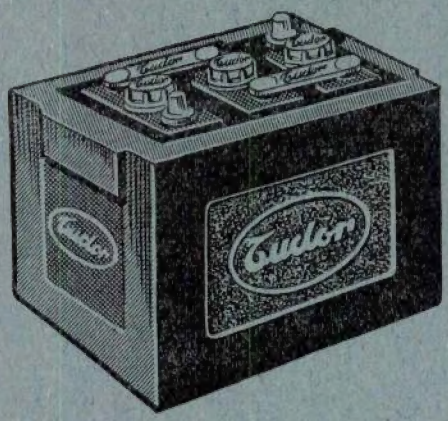
[1] Informação dada ao eng.º Faria, assistente da metalurgia da F. Eng.ª, quando duma recente visita à Bélgica

[1] «La Finlande» — Jean Louis Perret.

BATERIAS—PILHAS SECAS

Tudor

BATERIAS DE ARRANQUE Tudor



PARA:

— BARCOS
— CAMIÕES
— AUTOMÓVEIS
— TRACTORES
ETC.

GARANTIA EFECTIVA

PILHAS SECAS Tudor

AS MAIS ECONÓMICAS

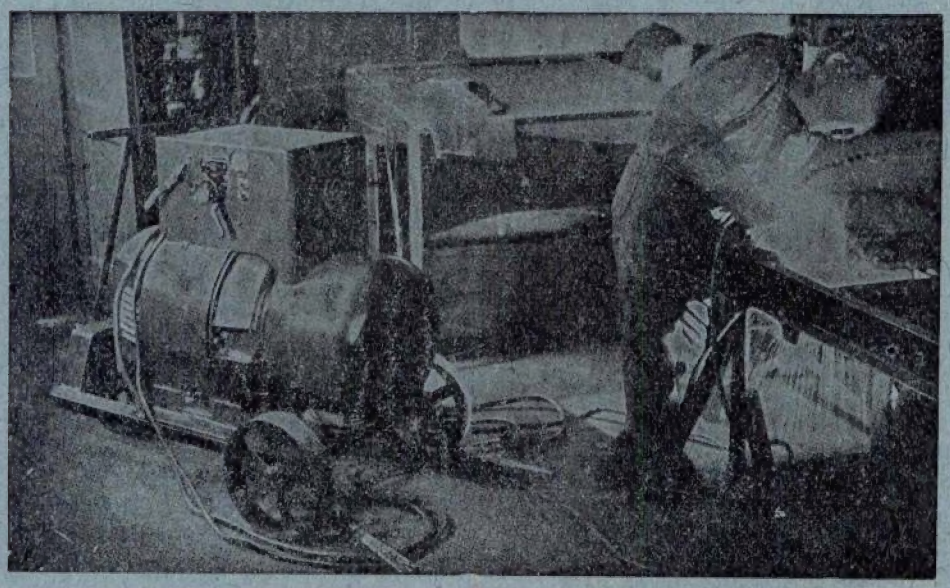
PARA:

LANTERNAS — CAMPAÍNHAS
TELEFONES — TELÉGRAFOS
APARELHAGEM MEDICINAL
APARELHOS DE SURDEZ
RÁDIO — RECEPTORES
ETC.

MAIOR DURAÇÃO — FABRICAÇÃO RECENTE

GENERAL ELECTRIC

SCHENECTADY, N. Y



Instalação de soldadura eléctrica com grupo rotativo

Motores e dinamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléctricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptores para T. S. F. Aparelhagem de Electro-Medicina. Instalações de Som.

GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, S. A. R. L.

LISBOA

Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

cas de instrumentos geodésicos, de balanças, de máquinas, e aparelhagem aeronáutica de aviões, de fios de metal e cabos. A sua metalurgia está especializada na preparação de lingotes de estanho, na construção de caldeiras, de bombas, e de um modo geral, de produtos manufacturados, em número que aumenta incessantemente.

Só em peças soltas de T. S. F. (e o seu peso não é enorme) exportou em 1937 nada menos de 10.000 toneladas!

250.000 é o número de operários que se ocupam nestas indústrias.

Outro argumento com que em tempos satisfazíamos o comodismo de nossa inação lamentável era o da concorrência esmagadora dos grandes países ferreiros. Como explicar então a sobrevivência e implantação da indústria em tantos países, até por vezes dotados de escassos recursos, à margem dos colossos?

Na Europa, a Suíça, a Dinamarca, a Holanda, a Bélgica, perto da Alemanha e da França; na América, a Argentina, o Chile, o Brasil, agora em plena evolução no campo siderúrgico, e sob a pressão de concorrência norte-americana?

É que além de se não desperdiçarem riquezas minerais e energias naturais próprias, esses países criam grandes fontes de actividade para a sua população, e tornam-se independentes do estrangeiro, quanto a materiais que são basilares na Civilização actual.

* * *

Suponho, porém, que as maiores dificuldades que temos tido, são de natureza psicológica.

A balança do equilíbrio, entre poesia e acção, pende entre nós, fortemente para o lado da primeira.

Ora, nos tempos que correm, o sonho, o espírito de aventura, a imaginação são sempre forças, sem dúvida, mas só são fecundas e sádias quando abrem asas através de realidades, e são motivos de ansiedade construtiva e resolutiva, não de passividade e contemplação mórbidas.

Temos de lutar cada vez mais, se queremos sobreviver, num mundo que a verdadeira poesia rompe da acção, contra o feitio dispersivo que nos ficou da época das Descobertas.

Os novos e maravilhosos mundos a descobrir exigem esforço metódico e persistente, baseado na ciência e na técnica.

Adaptar o seu génio poético, aventureiro e ansioso de ineditismo, ao labor científico e técnico do nosso tempo, será a maior e melhor revolução que os portugueses poderão fazer.

Durante largo tempo fabricámos ferro, e desde que deixámos de o fabricar, sempre portugueses notáveis, engenheiros e geólogos, têm vindo a insistir pelo reatamento desse fabrico.

O problema siderúrgico tem solução. Esta depende apenas da nossa vontade.

De nós depende tornarmo-nos dignos, no século XX, dos nossos gloriosos antepassados dos séculos XV e XVI.

Porto, Maio de 1948.

A Mecânica do Solo e as suas aplicações

PELO ENG.º CIVIL (U. P.) MANUEL PIMENTEL PEREIRA DOS SANTOS
Antigo Assistente da Faculdade de Ciências do Porto
Director do Laboratório de Ensaios de Materiais e Mecânica do Solo

(Continuação)

C. D. 624.131

CAPÍTULO VI

Estabilidade dos taludes

1 — Posição do problema

Até há escassas dezenas de anos, o problema da estabilidade dos taludes de aterros, barragens de terras e trincheiras era considerado resolvido desde que a respectiva inclinação não excedesse o ângulo de repouso natural do solo considerado.

Tal maneira de proceder foi origem directa de numerosos desastres, dos quais um dos mais graves ocorreu na Suécia, quando o desabamento duma trincheira provocou um desastre ferroviário com a morte de 41 pessoas. Desse desastre pode dizer-se que algum bem resultou em contra-partida: o chamado método sueco ou de Fellenius, para o estudo da estabilidade de taludes em solos coesivos.

Convém desde o princípio distinguir mais uma vez entre o comportamento de solos coerentes e incoerentes. A diferença fundamental reside na maneira como tem lugar a ruptura.

Ao passo que um talude em terreno arenoso cede por deslizamento das camadas superficiais, nos solos argilosos a superfície do deslizamento encontra-se a certa profundidade. Fácil é compreender o motivo desta diferença. Nas areias, a resistência ao corte cresce com a profundidade, e sendo assim a força que impede o deslizamento duma superfície profunda é aumentada, quer pelo seu maior comprimento, quer pela sua maior resistência ao corte. A influência destes dois factores é normalmente suficiente para contrabalançar o aumento de peso devido à maior profundidade.

Mas com as argilas, a resistência ao corte mantém-se, como sabemos, aproximadamente constante com a profundidade. Resulta daí que dos dois factores citados, apenas um deles tem agora influência, e esta pode não ser suficiente para contrabalançar o maior peso das camadas subjacentes. Daí o deslizamento.

Como consequência imediata, segue-se que ao passo que a estabilidade dos taludes arenosos é independente da sua altura, o contrário sucede quando lidamos com solos argilosos.

2 — Taludes em solos arenosos

O ângulo de repouso das *areias secas não comprimidas* varia de 32° a 36° e é aproximadamente medido pelo ângulo de atrito interno. (Sabemos já que o mesmo não acontece no caso das argilas ou das areias húmidas em que aparece a coesão aparente). Para que a resistência ao corte, dada por

$$T = N \operatorname{tg} \varphi \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (104)$$

não seja excedida nas camadas superficiais, onde ocorrem os deslizamentos basta portanto que os taludes tenham um ângulo inferior ao de repouso.

Os fenómenos expostos complicam-se notàvelmente em presença da água.

Comecemos por analisar os efeitos dos *fenómenos de filtração* através das areias e solos arenosos [15].

Já sabemos que a base da teoria respectiva é a lei de Darcy expressa por (20)

$$v = k\, i$$

Quando estudamos as ideias de Rendulic sobre o esforço de corte e a coesão, vimos que a expressão da lei de Coulomb toma a forma (se a coesão for nula).

$$T = (N - n)\,\mathrm{Tg}\,\varphi \quad . \; . \; . \; . \quad (105)$$

resultante de parte do esforço normal exercido sobre um solo ser tomado pela água que enche os poros. Sendo $N - n$ a *pressão efectiva,* Terzaghi chama n esforço neutro, ou *pressão neutra.*

É evidentemente dada pela altura a que a água sobe num tubo piezométrico mergulhado no solo; sendo h essa altura e γ_0, o peso específico da água

$$n = \gamma_0 h \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (106)$$

Suponhamos que a água que ocupa os poros está em repouso.

O tubo piezométrico acusará a mesma carga seja qual for o ponto em que se coloque. Mas se a água estiver em movimento, os níveis piezométricos variarão de ponto para ponto. Vamos analisar este fenómeno de filtração abstraindo das secções capilares.

Chamaremos *linha de corrente* à trajectória duma partícula de água através duma massa de solo. O seu movimento é, como sabemos, regulado pela lei de Darcy. Diremos que a corrente é *linear* se as respectivas linhas forem rectas paralelas. Além deste tipo de filtração, poderemos distinguir movimentos *bi-dimensionais* (as linhas de corrente são curvas situadas em planos paralelos) ou *tri-dimensionais* (nos restantes casos).

À velocidade v da lei de Darcy chamaremos, ainda com Terzaghi, *velocidade de descarga.* E designaremos por *velocidade de filtração* a velocidade média com que as partículas de água se deslocam numa direcção paralela às linhas de corrente.

Será

$$v_f = \frac{1}{V} v \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (107)$$

sendo V o volume de água por unidade de volume de solo.

Considerando um movimento bi-dimensional, é possível definir um *potencial das velocidades,*

$$\Phi = k\,h \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (108)$$

(k coeficiente de permeabilidade e h carga piezométrica) e estabelecer para equação da filtração

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = 0 \quad . \; . \; . \quad (109)$$

ou

$$\Delta \Phi = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (110)$$

É, além dissso

$$v_x = \frac{\partial \Phi}{\partial x} \text{ e } v_y = -\frac{\partial \Phi}{\partial y} \quad . \; . \quad (111)$$

Da solução desta equação bem conhecida da Hidráulica e da Electricidade resultam duas famílias de curvas ortogonais, que designaremos respectivamente por *curvas equipotenciais* e por *linhas de corrente.*

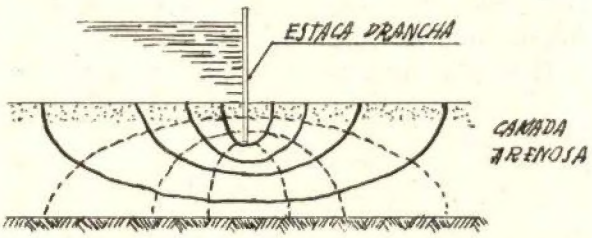


Fig. 98

A fig. 98 mostra as linhas de corrente (a cheio) e as linhas equipotenciais (a tracejado) no caso duma cortina de estacas pranchas cravadas numa camada arenosa, assente em terreno impermeável.

É costume fazer o tracejado das curvas de forma que a queda de potencial entre duas linhas equipotenciais sucessivas seja constante; sendo h_1 a carga piezométrica total e N_d o número de quedas de potencial, então essa constante será

$$\Delta h = \frac{h_1}{N_d} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (112)$$

Consideremos um *tubo de corrente* situado entre duas linhas de corrente consecutivas; o deslocamento da água faz-se dentro desses tubos sem passar duns para outros. Isolemos um *campo* compreendido entre duas linhas equipotenciais consecutivas e um

tubo de corrente; seja a a distância média entre as equipotenciais. Será

$$i = \frac{\Delta h}{a}$$

e por unidade de tempo e unidade de largura do canal, a quantidade de água que passa é

$$k\,i = k\,\frac{\Delta h}{a}$$

Para uma distância h em lugar de a, a quantidade de água passando no campo será

$$bki = k\,\Delta h\,\frac{b}{a}$$

e como o caudal é constante ao longo do tubo, b/a é constante. Simplifiquemos tomando $b/a = 1$.

O caudal num tubo será

$$Q = k\,\Delta h = k\,\frac{h_1}{N_d}$$

e sendo N_c o número de tubos, teremos para caudal total por unidade de largura de secção

$$Q = k\,h_1\,\frac{N_c}{N_d} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (113)$$

Adiante aplicaremos esta teoria da infiltração à estabilidade dos taludes.

É evidente que a sua generalização ao caso tri-dimensional se faz com simplicidade.

Um outro fenómeno ligado à teoria que precede é conhecido pelo nome de «piping» e tem provocado alguns gravíssimos desastres, sobretudo em barragens de terra. Tem lugar numa massa arenosa, quando a pressão da água é dirigida em sentido contrário ao do peso e é suficiente para contrabalançar este. Quando isso se dá, o solo torna-se sùbitamente fluído, e um jacto de água e areia atinge a superfície.

Podemos calcular aproximadamente o *gradiante crítico* correspondente a estas condições.

Sendo

$$\gamma_0\,i = \gamma_0\,\frac{h_1}{l}$$

A densidade submersa dos solos é, como sabemos

$$\frac{D-1}{1+e}\,.$$

A pressão que se opõe à pressão hidráulica será portanto

$$\frac{D-1}{1+e}\,\gamma_0\,,$$

considerando também um prisma de altura igual à unidade de comprimento

Portanto

$$\gamma_0\,\frac{h_1}{l} = \frac{D-1}{1+e}\,\gamma_0$$

ou

$$i = \frac{h_1}{l} = \frac{D-1}{1+e} \quad . \; . \; . \quad (114)$$

sendo, como se sabe, e o índice de vazios e D a densidade real.

O gradiante crítico tem um valor próximo da unidade.

Assim, para $D = 2{,}65$ e $e = 0{,}60$, vem

$$i = \frac{2{,}66-1}{1+0{,}60} = \frac{1{,}65}{1{,}60} \simeq 1$$

O traçado das linhas de corrente e equipotenciais permite em cada caso ajuizar dos pontos perigosos.

Considerando a mais pequena largura a dos quadrados na superfície de descarga, é

$$i = \frac{h_1}{N_d\,a}$$

o mais desfavorável dos gradiantes hidráulicos.

Esta análise [15] é aproximada, pois supõe apenas como influindo no fenómeno de «piping» o índice de vazios e a densidade real, não tendo em conta a granulometria do material. E é sabido que tanto as areias muito finas como os cascalhos são mais sujeitos a desastres.

O factor de segurança contra o «piping» ou efeito de tubo será dado pelo cociente do peso submerso do prisma de areia considerado no ponto perigoso pela pressão da água, ou seja

$$G = \frac{P_s}{P_a} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (115)$$

Se conseguirmos aumentar P_s sem modificar P_a, o factor de segurança aumenta também.

A primeira condição realiza-se pela aplicação duma sobrecarga na superfície em que a água sai da areia. A segunda obriga à constituição dum filtro invertido, entre a areia e a base da sobrecarga. Este método é devido a Terzaghi [15] [58] que também prescreveu as características do filtro: não muito grosso, para evitar a passagem de areia através dele, nem muito fino, para permitir a rápida evacuação da água e não modificar a distribuição das linhas de corrente.

A fig. 99 apresenta a graduação dum filtro utilizando com o fim citado. O diagrama é semi-logarítmico. Terzaghi estabeleceu que o filtro deve ser constituído por qualquer material tal que corte a paralela ao eixo das abcissas correspondente à percentagem de 15 % entre os pontos A e B definidos a partir da areia sujeita a «piping» da maneira que se indica no gráfico.

Terzaghi desenvolveu também um simples método gráfico para a determinação da grandeza e área da sobrecarga a utilizar.

3 — Taludes em solos argilosos

Comecemos por considerar o caso dos taludes verticais [15].

Seja (fig. 100) um corte vertical em solo coerente, de peso específico ω.

A área tracejada encontra-se em estado de tensão que, em determinadas condições, pode provocar o aparecimento de fendas.

Terzaghi admite para profundidade máxima destas, metade da altura H do banco.

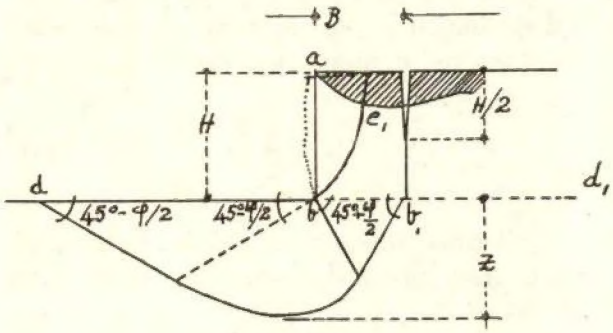


Fig. 100

(K. Terzaghi [15] pág. 146)

Essas fendas podem provocar a ruptura por deficiência da resistência ao corte, ao longo da superfície curva $b\,e_1$ (passando por b). Mas a ruptura pode considerar-se possível duma outra maneira, a saber; a cedência da base sob o peso do banco de terra considerado como uma sobrecarga sobre $b\,d_1$. Aplica-se aqui o que dissemos sobre as pressões em solos carregados, por exemplo recorrendo à teoria de Prandtl.

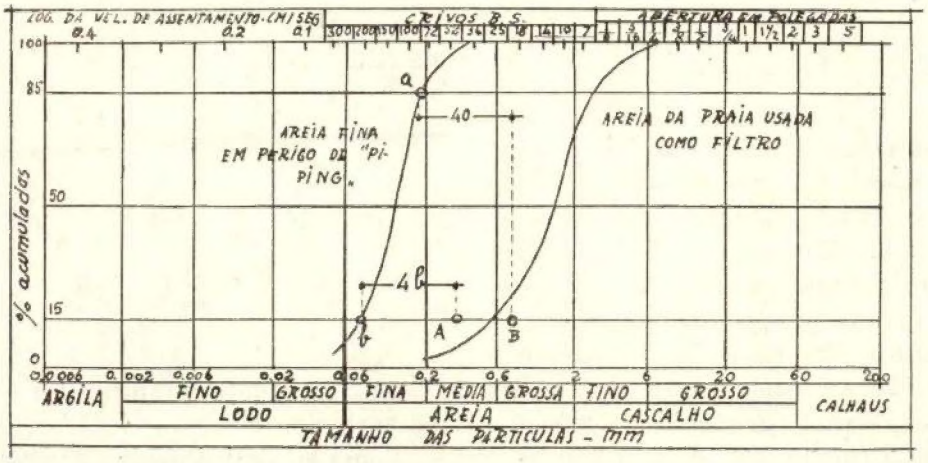


Fig. 99

Terzaghi demonstra que a *altura crítica* pelo que diz respeito à ruptura da base é dada por

$$H_b = 5{,}14 \frac{c}{\omega} \quad . \; . \; . \; . \quad (116)$$

em que c representa a coesão do solo.

Mas como para esta altura o banco de terra já não é estável como vamos ver, interessa-nos apenas a determinação da *altura crítica* respeitante ao deslizamento.

Admitindo que o solo junto à face vertical do banco se encontra no estado activo de Rankine, demonstra-se que

$$H_c = 4 \frac{c}{\omega} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (117)$$

Fellenius, por sua vez, achou que admitindo uma curva de deslizamento circular, se obtém

$$H_c = 3{,}85 \frac{c}{\omega} \quad . \; . \; . \; . \quad (118)$$

valor que difere muito pouco do anterior.

Quando a resistência se supõe enfraquecida pelo aparecimento de fendas, é (fig. 99)

$$H'_c = H_c - z \quad . \; . \; . \; . \quad (119)$$

o que no caso $z = H'_c/2$ e supondo $P = O$ dá

$$H'_c = 2{,}67 \frac{c}{\omega} \quad . \; . \; . \; . \quad (120)$$

valor que devemos adoptar quando pretendemos o máximo de segurança.

O caso de taludes inclinados é hoje clàssicamente abordado pelo *método de Fellenius*, que admite uma superfície circular como sendo aquela em que se efectua o deslizamento. Posteriormente, Rendulic propôs que se tomasse de preferência uma espiral logarítmica. Mas como Taylor demonstrou a identidade prática dos resultados dos dois métodos, será o primeiro o preferido.

Tendo-se formado em d uma fenda, o deslizamento dá-se segundo um círculo de centro O escolhido de forma a corresponder à posição mais desfavorável.

Representemos por

- P o peso duma fatia de terra deslizante, com espessura unidade
- L o comprimento do arco de círculo $\widehat{ac}$
- R o raio do círculo
- d a distância do centro de gravidade G à vertical pelo centro O do círculo
- T a resistência média ao corte ao longo da superfície cilíndrica de deslizamento.

Tomando momentos em relação a O, e desprezando de momento a influência da fenda d, tem-se

$$P \,.\, d = L \,.\, T \,.\, R \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (120)$$

Os elementos necessários para o estudo da estabilidade dum talude são assim o peso específico do solo, a sua coesão aparente e o ângulo de atrito interno. A resistência ao corte é dada pela fórmula conhecida

$$T = c + N \operatorname{tg} \varphi$$

ou determinada directamente.

Chama-se *factor de segurança* dum talude ao cociente

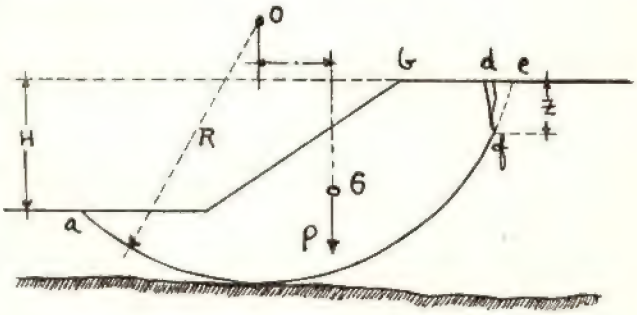


Fig. 101

$$F = \frac{L \,.\, T \,.\, R}{P \,.\, d} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (121)$$

entre o momento estabilizador e o momento perturbador.

Toma-se geralmente F compreendido entre 1,25 e 1,50.

A determinação do centro O tem de fazer-se por tentativas. Reynolds e Protopapadakis [53] fornecem uma série de importantes regras destinadas a facilitar essa determinação.

Assim:

a) Se a resistência ao corte aumentar com a profundidade ou se os taludes forem mais inclinados do que 45°, a primeira posição de O pode encontrar-se pela seguinte tabela, referente à fig. 102.

Inclinação	Ângulo de talude	α	β
1 : 0,58	60°	29°	40°
1 : 1	45°	28°	37°
1 : 1,5	33° 47′	26°	35°
1 : 2	26° 34′	25°	35°
1 : 3	18° 26′	25°	35°
1 : 5	11° 19′	25°	37°

b) Se os taludes são menos inclinados que 45°, ou se a argila é homogénea, o centro do círculo crítico está na vertical que passa pelo ponto médio do talude.

O círculo tende a aprofundar-se, sendo tangente a uma camada subjacente de argila mais compacta, se existir.

c) Para fazer ajustamentos na pesquiza do círculo crítico, deve ter-se presente que os movimentos horisontais produzem maior efeito que os verticais.

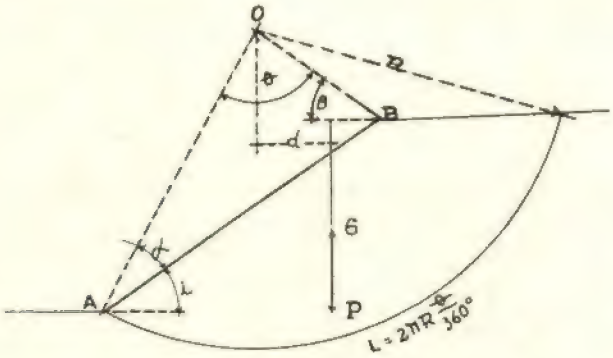


Fig. 102

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 178)

Fellenius adoptou o seu método ao caso da existência de camadas com resistências ao corte variáveis. A construção designada por *método das fatias* consiste em considerar uma série de fatias verticais de igual largura, de que se avaliam os respectivos pesos, que se decompõem em componentes normais N, e tangenciais T. O factor de segurança passa a ser

$$F = \frac{L\,c + \Sigma\,N\,.\,\mathrm{tg}\,\varphi}{\Sigma\,t} \quad . \; . \; (122)$$

O processo compreender-se-à perfeitamente com os exemplos que apresentaremos.

No entanto, para o estudo de taludes em argilas homogéneas, é mais cómodo recorrer às curvas de Taylor, que permitem obter ràpidamente um *número de estabilidade.*

$$N = \frac{c}{\omega\,h\,F} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (123)$$

em que

c = coesão (por unidade de área)
ω = peso específico do solo
h = altura do talude
F = factor de segurança.

A fig. 103 representa as curvas de Taylor. Permitem avaliar o talude a aplicar com segurança, ou factor de segurança dum talude construído.

Podem ser aplicadas ao caso de taludes submersos, usando um ângulo do atrito interno fictício, φ_f, tal que

$$\varphi_f = \frac{\text{peso do solo submerso}}{\text{peso no ar}} \,.\, \varphi =$$

$$= \frac{D - 1}{D + e}\,\varphi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (124)$$

A fig. 104 representa uma outra série de curvas de Taylor, para o caso $\varphi = 0$ e admitindo a existência dum estrato duro à profundidade Dh a contar do topo do talude. Designa-se D por *factor de profundidade.* É necessário distinguir entre o caso do círculo do deslizamento passar sob o pé do talude, ou aquele em que isso não pode acontecer. No primeiro caso, as curvas dão um valor n que permite o cálculo da distância nH.

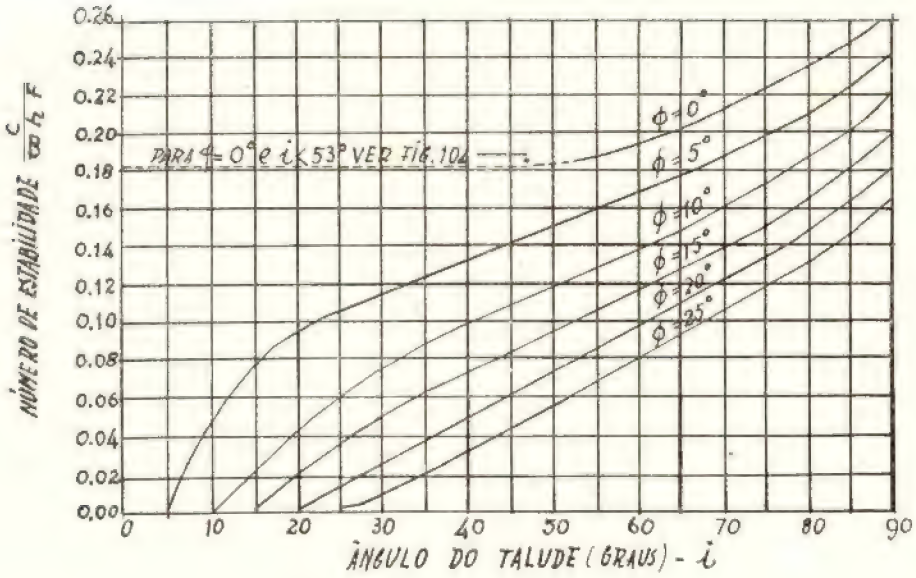


Fig. 103

(Reynolds e Frotopapadakis [53] pág. 181)

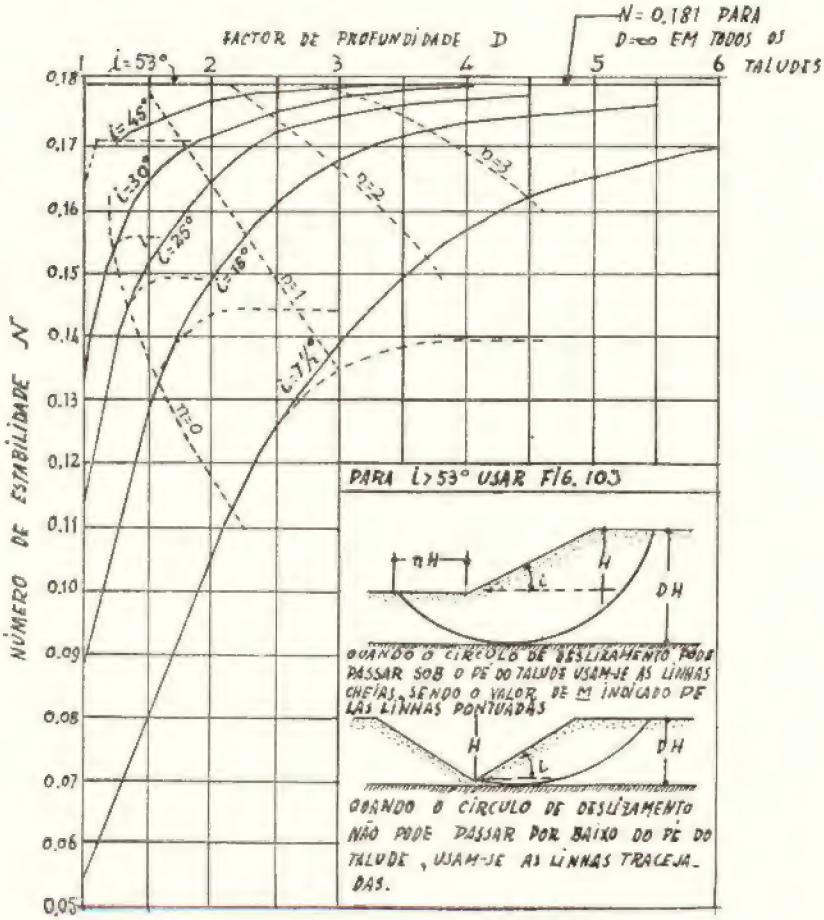


Fig. 104

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 181)

É necessário estudar agora a influência das fendas [15]. O primeiro efeito a considerar é a suspensão da resistência ao corte ao longo do arco $\widehat{fe}$ (fig. 101). O segundo consiste na redução do momento perturbador em virtude de deixar de actuar o peso do prisma triangular *d e f*. Finalmente, o terceiro, que pràticamente pode compensar o anterior, deve-se à pressão hidrostática da água que se acumula nas fendas.

A profundidade *z* das fendas não excede a altura crítica dum banco vertical. Portanto

$$z < \frac{H}{2}$$

Como a fenda reduz a resistência devida à coesão ao longo do círculo de

$$c.\ \overline{ae}$$

para

$$c.\ \overline{af}$$

tudo se passa como se a coesão tivesse tomado o valor

$$c_a = \frac{af}{ae}\, c \quad . \ . \ . \ . \quad (125)$$

sem redução do comprimento do arco. Ou, aproximadamente

$$c_a = \frac{1}{2}\, c$$

donde

$$H_c = 4\,\frac{c_a}{\omega} = 2\,\frac{c}{\omega} \quad . \ . \ . \quad (126)$$

que nos dá a profundidade da fenda, entrando em consideração com a acumulação de água dentro dela. Se não tomássemos em conta este último fenómeno, chegaríamos ao valor

$$H'_c = 2{,}67\,\frac{2}{\omega} \quad . \ . \ . \ . \quad (127)$$

4 — Influência da infiltração na estabilidade dos taludes

Quando uma chuva de intensidade suficiente cai sobre uma massa terrosa permeável, as condições de equilíbrio dos seus taludes sofrem modificações. Um estudo quantitativo do fenómeno, tal como o fez por exemplo Terzaghi [15], levar-nos-ia muito longe. Vamos portanto limitar-nos ao seu estudo qualitativo [15].

Suponhamos um aterro (fig. 105) formado por areia fina e assente numa base impermeável.

Após uma chuva forte e prolongada as equipotenciais e linhas de corrente tomam o aspecto indicado na fig. 105 e o círculo de deslizamento deixa de coincidir com a linha de talude para tomar o aspecto indicado a tracejado. Assim, há uma diminuição do factor de segurança.

Colocando na base do aterro um filtro graduado dentro dos princípios já expostos, estabelece-se uma drenagem conveniente, as equipotenciais passam a ser horizontais e as linhas de corrente verticais (fig. 106). Deixam de existir *pressões neutras* (no sentido de Terzaghi) e as primitivas condições de estabilidade do aterro seco são prontamente restabelecidas.

Se supozermos o maciço arenoso saturado sob a acção da chuva, podemos tomar um ângulo de atrito interno reduzido — portanto um ângulo de talude natural modificado — baseados no seguinte raciocínio devido a Terzaghi [15].

A resistência dum corpo a deslizar sobre uma superfície plana é dada pela expressão empírica

$$S = A + P \operatorname{tg} \varphi \quad . \ . \ . \ . \quad (128)$$

em que A é a adesão entre o corpo e a base, φ o coeficiente de atrito e *P* o peso do corpo. Se imergimos este, sendo P_v o peso da água por ele deslocado, o peso efectivo passa a ser

$$P' = P - P_v$$

e a resistência ao deslizamento reduz-se a

$$S' = A + (P - P_v) \operatorname{tg} \varphi = \\ = C + P \left(\frac{P - P_v}{P} \operatorname{tg} \varphi\right) . \quad (129)$$

se fizermos

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{P - P_v}{P} \operatorname{tg} \varphi \quad . \ . \ . \quad (130$$

a expressão (129) toma a forma

$$S' = A + P \text{ tg } \varphi'$$

No nosso caso, trata-se de deslizamento de areia sobre areia; considerando pesos da unidade de volume, teremos

$$\frac{P - P_v}{P} = \frac{D - 1}{D + e} \quad . \; . \; . \quad (131)$$

e portanto tudo se passa como se o ângulo de atrito interno da areia passasse a ser dado por

$$\text{tg } \varphi' = \frac{D - 1}{D + e} \text{ tg } \varphi \quad . \; . \; . \quad (132)$$

Fenómeno semelhante se admite quando um aterro de retenção duma massa líquida sofre um brusco esvaziamento. Este fenómeno provoca o desencadeamento dum processo de drenagem; durante esta, o factor de segurança aumenta, e pode no fim ser superior ao que era de início. O ponto crítico corresponde portanto ao começo do esvaziamento.

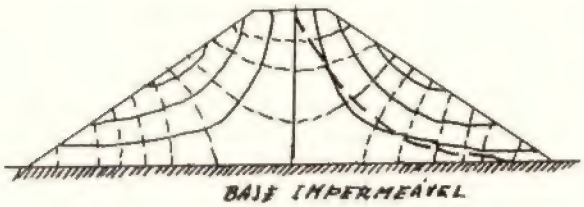


Fig. 105

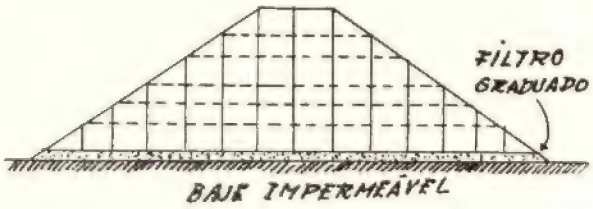


Fig. 106

Para areia fina, o efeito desfavorável é sempre inferior ao correspondente a um forte aguaceiro, de forma que a expressão (132) pode aplicar-se com margem de segurança.

Em solos coerentes não se dá como no caso das areias, a possibilidade de adaptação imediata do solo e uma variação do seu grau de humidade. Portanto, uma análise cuidada do fenómeno exige a avaliação das pressões neutras desenvolvidas. Se, no entanto existe imersão completa dum dos taludes, e portanto saturação, o raciocínio que conduziu à expressão (132) é válido, e portanto pode aplicar-se no cômputo da resistência ao corte, entrando com φ_1 em lugar de φ.

5 — Remédios para deslizamentos circulares

As causas que provocam deslizamentos em terrenos argilosos podem ser variadas, como se compreende [3]. Muitas vezes os movimentos começam durante a própria construção dos taludes, e tem origem na falta de estabilidade provocada por deficiência da resistência ao corte. É o que acontece muitas vezes com argilas brandas homogéneas próximas do limite líquido.

Num talude existente, as causas podem ser procuradas num progressivo amolecimento da argila sob a acção das infiltrações em fendas, em efeitos de erosão, etc. Assim, um deslizamento recente que teve lugar nas costas da ilha de Wight foi provocado simultâneamente pela erosão marítima e pelo amolecimento de argilas compactas fendidas.

Quando é necessário actuar em face dum deslizamento destes tipos, cavam-se trincheiras através da face do talude, procurando atingir as acumulações de água, denunciadas pela existência de áreas húmidas. Durante a escavação efectuam-se os ensaios necessários, envolvendo determinações da resistência ao corte, limite líquido, grau de humidade, e ensaios de compressão.

É muito útil a construção de contrafortes de pedra, a localizar nas trincheiras assim abertas, e que simultâneamente funcionam como instrumentos de drenagem e como estabilizadores do movimento por atrito lateral.

De resto, a drenagem da área afectada deve, sendo possível, encarar-se no seu conjunto.

Segundo Reynolds e Protopapadakis [53], o espaçamento dos contrafortes e dos drenos laterais deve ser o seguinte :

Tipo do solo	Grau de humidade %	Coesão Kg/cm²	Espaçamento dos contrafortes M.	Espaçamento dos drenos laterais M.
Argila muito branda	40	0,15	4,50	3,00
Argila branda.	35	0,20	5,10	3,60
Argila média	33 a 30	0,30 a 0,40	6,30 a 7,20	4,20 a 5,10
Argila compacta.	27 a 25	0,50 a 0,75	8,10 a 9,00	6,00 a 7,50

Os contrafortes devem atingir uma profundidade de pelo menos 30 cm abaixo da superfície de deslizamento. O fundo deve ser feito em degraus, e deixam-se inferiormente drenos em barro ou betão poroso. Podem executar-se em pedra graúda ou cascalho, formando-se a camada superior em pedra mais miúda.

Os drenos laterais, dispostos formando «espinha de peixe» paralela à superfície do talude são construídos com enchimento de cascalho, ou com tubos se a profundidade exceder $1^m,20$; esta varia de 0,90 a 3,00 m conforme o comprimento e a natureza do solo. Quando construídos com cascalho, a sua largura varia de 0,60 a 1,20 m.

É conveniente prever drenos (com enchimento de pedra ou tubulares) ao longo da crista, para combater a saturação e interceptar águas dirigindo-se para o talude. Esses drenos levam-se a uma profundidade de 30 cm; as trincheiras enchem-se com cascalho, revestem-se superiormente com uma camada de cinzas e plantam-se com ervas.

Outros processos existem ainda para estabilização de deslizamentos rotacionais. Assim, a remoção de material da crista ou a sua junção no pé do talude contribuem para aumentar o momento estabilizador. A cravação de estacas-pranchas através da superfície de deslizamento provoca um aumento de resistência ao corte, com a sua influência benéfica.

6 — Remédios para outros tipos de deslizamento [3]

A protecção de taludes arenosos quer por plantação de ervas, quer por fachinagem ou enrocamento (no caso das margens dos rios) tem muitas vezes de ser encarada.

Tem ocorrido por vezes deslizamentos provocados por «*erosão interna*», provocados por exemplo pela acção da água sobre uma camada de areia fina intermédia, como efeito da percolação de água através dela, e arrastando a fissuração, e amolecimento de argilas sobrejacentes.

Um deslizamento desta natureza foi recentemente combatido em Inglaterra pela colocação dum filtro graduado à saída da camada arenosa (permitindo a saída da água mas não da areia); pelo impedimento (até onde foi possível) da entrada de mais água nessa camada; e finalmente pela estabilização das camadas argilosas com drenos de contraforte e plantação de erva.

7 — Erosão do solo

Na África, Índia, China e Estados Unidos o problema da erosão do solo constitue uma gravíssima preocupação. A derruba de vastas florestas para serem substituídas por campos cultivados, ou simplesmente para aproveitamento de madeiras provoca o arrastamento das camadas superficiais de solo pelas águas e o seu depósito como areia e lodo nos cursos de água. Numa forma de erosão mais adiantada, as correntes de água superficiais cavam verdadeiros «canhões».

Todo este conjunto de elementos tem sido objecto de estudos porfiados, que não podemos resumir e que estão ligados à chamada «*conservação do solo*».

8 — Exemplos

A) *Uma amostra de areia possue um ângulo de atrito interno de 32°, uma porosidade de 35 °/₀ e uma densidade real de 2.7. Qual deverá ser o máximo declive dum talude a construir com ela e sujeito a variação de marés?*

A variação de nível devida às marés realiza um processo de esvaziamento rápido. Como, de (2)

$$e = \frac{n}{1 - n} = \frac{0{,}35}{1 - 0{,}35} = 0{,}54$$

é, de (132)

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{D - 1}{D + e} \operatorname{tg}\varphi = \frac{2{,}7 - 1}{2{,}7 + 0{,}54} \times$$
$$\times 0{,}6249 = 0{,}3279$$

portanto, o máximo de inclinação a tolerar do talude será de

$$\beta = 18^{\circ}$$

B) *Pretende-se estabelecer uma trincheira de caminho de ferro numa argila cuja resistência ao corte aumenta com a profundidade. O solo tem um peso específico aparente de 1.920 kg/m³ e uma resistência ao corte médio de 0.293 kg/cm². Admite-se que é nulo o seu ângulo de atrito interno. Propõe-se estabelecer taludes de 1 : 2, sendo a profundidade a trincheira de 7,75 m. Determinar o centro do círculo crítico com auxílio da tabela referente à fig. 102 e calcular o factor de segurança.*

A tabela referida fornece ângulos $\alpha = 25^{\circ}$ e $\beta = 35^{\circ}$. Com eles determinam-se na fig. 107 o centro 0 do círculo crítico provável, e portanto o arco de deslizamento AC. Dividimos $ABCD$ em fatias de largura t'. Como o peso de cada fatia é proporcional à ordenada pelo centro, marcamos essas alturas médias das fatias verticalmente como em P', decompondo-as nas componentes normal N e tangencial t.

Somam-se separadamente os NN e os tt, multiplicando-os pelo peso específico e pela largura, como se indica na tabela anexa. Teve-se em atenção que a fatia n.º 9 só tem 1/3 da largura das restantes.

De (122), como $\varphi = 0$ e $c = 0{,}293$ kg/cm² vem o factor de segurança

$$F = \frac{L\,c + \operatorname{tg}\varphi\,\Sigma N}{\Sigma t} = \frac{36{,}2 \times 2930}{78.912{,}0} = 1{,}3$$

Evidentemente que se trata duma primeira aproximação, pois agora era preciso fazer tentativas para determinar um círculo mais favorável que este.

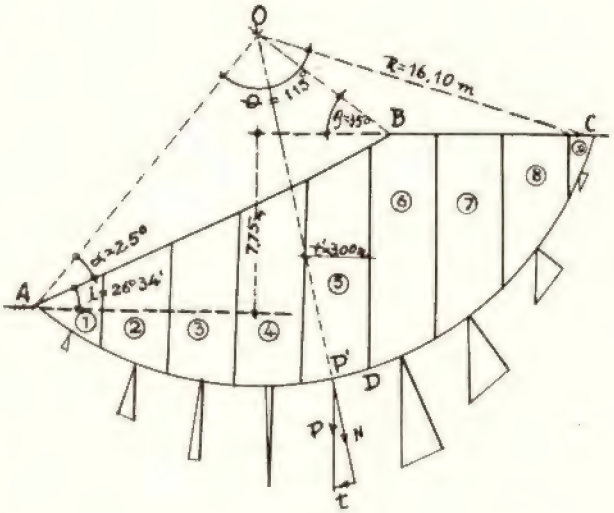


Fig. 107

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 179)

C) *Pretende-se escavar uma trincheira para caminho de ferro numa argila com as seguintes propriedades:*

peso específico aparente: 1.920 kg/m³
coesão aparente: 0,390 kg/cm²
ângulo de atrito interno: 6°

A trincheira, com taludes 1:2, tem 9,15 m de altura. Determinar o círculo crítico de deslizamento e o factor de segurança.

Utilizando a tabela referente à fig. 102, traça-se o primeiro círculo de centro O, como no problema anterior. Divide-se a

Fatia	N	t	Outros elementos
1	1,59	— 0,94	$L = 2\,\pi\,R\,.\,\frac{\theta}{360} = 2 \times 3{,}142 \times 16{,}10$
2	4,66	— 1,59	$\times\, 115/360 = 36{,}2$ m
3	7,16	— 0,92	$c = 0{,}293$ kg/cm²
4	8,72	+ 0,58	$\varphi = 0$
5	9,54	+ 2,41	$\omega = 1.920$ kg/m³
6	9,23	+ 4,24	$t' = 3{,}00$ m
7	6,49	+ 5,15	
8	3,14	+ 4,24	
9	0,61:3	+ 1,59:3	
	50,73 × 1.920 × 3,00	13,70 × 1.920 × 3,00	
	292204,8 kgs	78912,0 kgs	

área interessada em fatias de largura $t' = 3{,}00$ m, constroem-se os polígonos de forças e tabelam-se os resultados, como se resume adiante.

Da equação (122) resulta

$$c = \frac{\Sigma\, t - \operatorname{tg} \varphi\, \Sigma\, N}{L}$$

ou

$$c_1 = \frac{(18{,}56 \times 1.920 \times 3{,}00) - 0{,}1051\,(64{,}57 \times 1920 \times 3{,}00)}{35{,}05} =$$

$$= 0{,}193 \text{ kg/cm}^2.$$

Determina-se um ponto Q (fig. 108) com as distâncias $2\,h$ e $4{,}5\,h$ marcadas como se indica. Vamos ensaiar outros círculos cujos centros estejam sobre a linha QO_1.

Sejam estes O_2, O_3 e O_4.

Repetidas as operações anteriores obtém-se

$$c_2 = 0{,}179 \text{ Kg/cm}^2$$
$$c_3 = 0{,}155 \text{ Kg/cm}^2$$
$$c_4 = 0{,}191 \text{ Kg/cm}^2$$

Centro	O_1		O_2		O_3		O_4	
Comprimento do arco	$L_1 = 35{,}05$ m		$L_2 = 29{,}58$ m		$L_3 = 46{,}00$ m		$L_4 = 40{,}20$ m	
Raio	$R_1 = 18{,}15$ m		$R_2 = 18{,}60$ m		$L_3 = 18{,}90$ m		$L_4 = 18{,}45$ m	
Fatia	N	t	N	t	N	t	N	t
1	1,52	— 0,92	1,28	— 0,52	2,02	— 1,65	1,34	— 1,28
2	4,63	— 1,72	3,60	— 0,67	4,48	— 3,88	5,64	— 2,74
3	7,16	— 1,37	5,49	— 0,15	9,27	— 4,06	7,68	— 2,62
4	9,27	— 0,15	6,86	1,07	12,20	— 3,85	10,11	— 1,55
5	10,30	1,68	7,38	2,44	14,66	0,52	11,95	0,40
6	10,68	3,66	7,02	3,82	16,20	1,46	12,85	2,86
7	9,35	5,18	5,18	4,27	15,70	15,18	12,21	4,97
8	8,45	7,56	2,17	2,74	13,75	7,02	9,80	6,50
9	3,05	4,27	0,24	0,46	11,14	8,22	6,55	6,80
			× 0,2	× 0,2				
10	0,055	1,2	—	—	7,53	8,14	2,96	5,24
	× 0,3	× 0,32						
11	—	—	—	—	3,24	5,98	0,82	1,74
							× 0,25	× 0,25
Totais . .	64,57	18,56	39,03	13,01	111,35	23,08	80,34	19,02

Marcam-se estes valores como se indica na figura e unem-se os pontos de maneira a ter uma curva contínua, que nos fornece o centro do círculo crítico O_x e a coesão correspondente c_x.

Retomando os cálculos obtém-se para $c_x = 0{,}199$ um factor de segurança $F = 2{,}5$.

D) *Determinar a estabilidade de um aterro parcialmente submerso mostrado na fig. 109. A sua altura total é de 15,25 m e a da parte submersa de 8,15 m. Pretende-se construir o armazém representado na fig., distando-se 7,62 m o seu eixo do bordo do aterro e transmitindo a este uma carga de 190 ton. por m. 1. ao longo do aterro.*

O solo é uma argila homogénea, com uma resistência ao corte de 0,342 kg/cm², densidade real 2,67 e índice de vazios 57 °/₀. O talude é inclinado a 1:3, e admite-se completa saturação abaixo da linha de água.

Pela utilização das tabelas referentes à fig. 102 constrói-se o círculo de deslizamento de centro O.

Agora, o peso de cada fatia compõe-se de duas partes: o do solo seco acima da linha de água e o do solo saturado abaixo dessa linha.

Portanto

$$P = t' (h_1 \omega_1 + h_2 \omega_2)$$

Admitindo que o peso específico da água é de 1.000 kg/m³, tem-se

$$\omega_1 = \frac{D + e}{1 + e} . 1.000 = \frac{2.67 + 0{,}57}{1. \quad + 0{,}57} \times 1.000 =$$

$$= 2.060 \text{ kg/m}^3$$

$$\omega_2 = \frac{D - 1}{1 + e} . 1.000 = \frac{2.67 - 1}{1 + 0{,}57} \times 1.000 =$$

$$= 1.063 \text{ kgm}^3$$

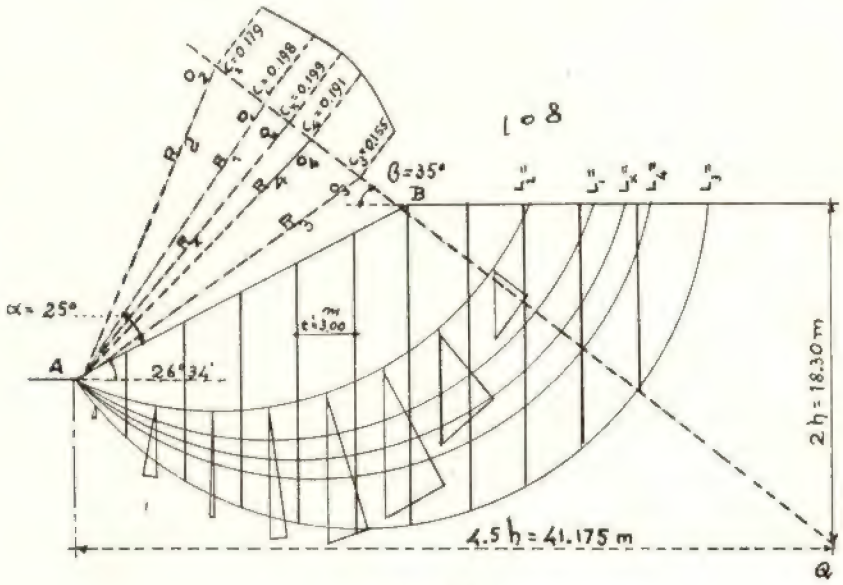


Fig. 108
(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 179)

É então possível o cálculo das componentes normais e tangenciais das forças, cujos resultados se resumem no quadro seguinte.

O momento perturbador é agora aumentado pela carga P_1 do armazém, e passa a ser (tomado em relação a O)

$$R \Sigma t + PX$$

O momento de estabilidade é

$$Lc + \Sigma N \operatorname{tg} \varphi$$

Donde o factor de segurança

$$F = \frac{(Lc + \Sigma N . \operatorname{tg} \varphi) R}{R^2 t + P X}$$

Fatias	N	t	Outros elementos
1	36.600 kg	— 30.500	L = 80,00 m
2	55.700 »	— 30.500	R = 39,35 m
3	89.200 »	— 29.750	X = 25,60 m
4	116.000 »	— 20.200	P = 190 T/m
5	103.800 »	— 2.380	c = 0,342 kg/cm²
6	154.700 »	21.570	t' = 6,00 m
7	163.500 »	51.300	
8	162.000 »	81.800	
9	133.900 »	96.400	
10	76.200 »	92.200	
11	17.830 »	35.700	
Σ	1.109.430 kg	265.640 kg	

Admitindo que $\varphi = 0$, resulta

$$F = \frac{80{,}00 \times 3.420 \times 39{,}35}{265.640 \times 39{,}35 + 190.000 \times 25{,}60} = 0{,}7$$

Se não existisse o armazém

$$F = \frac{80{,}00 \times 3.420 \times 39{,}35}{265.640 \times 39{,}35} = 1{,}03$$

A presença do armazém reduz portanto de maneira notável o factor de segurança. Se quizermos construí-lo teremos de assentá-lo em estacaria cravada até uma profundidade maior do que a atingida pelo círculo crítico.

E) *Investigar a ruptura do talude representado na fig. 110. A altura do talude é de 10,70 m numa argila de resistência ao corte igual a 0,244 kg/cm² e um peso específico aparente de 1.920 kg/m³. A inclinação é de 1:2 1/2. A uma profundidade de 12,20 m abaixo da crista do talude existe uma camada de argila branda, com 90 cm de espessura, resistência ao corte 0,146 kg/cm² e peso específico aparente 600 kg/m³.*

O centro do círculo crítico de ruptura fica na vertical pela crista do talude, sendo o seu raio tal que o círculo tem o aspecto da figura seguindo depois a linha de ruptura a camada de argila branda.

Utilizemos o método das fatias, admitindo que o impulso do segmento do solo que tende a deslizar actua a cerca de 1/3 da altura do talude mais a espessura da camada de argila branda.

A tabela do resultado é a seguinte:

Fatias	N	t	Outros elementos
1	74.300 kg	7.500 kg	L_1 = 21,65 m
2	67.600 »	21.600 »	R = 15,25 m
3	54.800 »	31.200 »	c_1 = 0,24 kg/cm²
4	34.600 »	33.950 »	ω_1 = 1.920 kg/m³
5	7.150 »	11.100 »	
Σ	238.800 kg	105.350 kg	

Dela se conclue que é:

momento perturbador

$$R \, \Sigma \, t$$

momento de estabilidade

$$R \, (L_1 \, c_1 + tg \, \varphi \, \Sigma \, N) + L_2 \, c_2 \, l$$

ou seja devido à resistência ao corte ao longo do arco, e à resistência ao corte da camada de argila branda suposta actuando a 1/3 da altura total:

$$F = \frac{R \, (L_1 \, c_1 + tg \, \varphi \, \Sigma \, N) + L_2 \, c_2 \, l}{R \, \Sigma \, t}$$

supondo $\varphi = 0$

$$F = \frac{15.25 \times 21.65 \times 2.440 + 26.70 \times 1.460 \times 8.43}{15.25 \times 105350} = 0{,}71$$

O factor de segurança é inferior à unidade; para assegurar a estabilidade será necessária uma menor inclinação e possìvelmente a existência duma berma a meia altura.

O peso específico aparente da argila é de 1.890 kg/m³ e pretende-se adoptar uma inclinação de 1:1 1/2 para os taludes. Verificar a estabilidade.

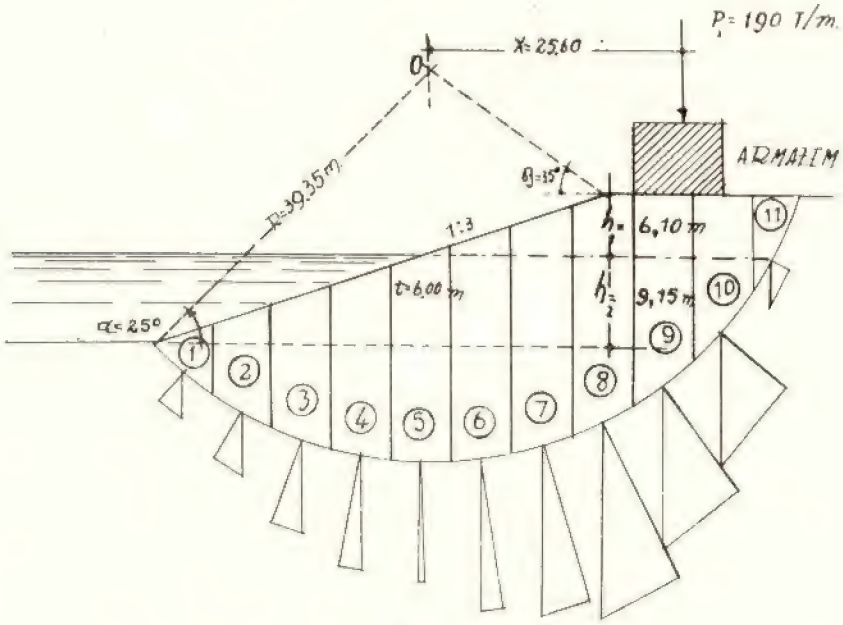


Fig 109

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 180)

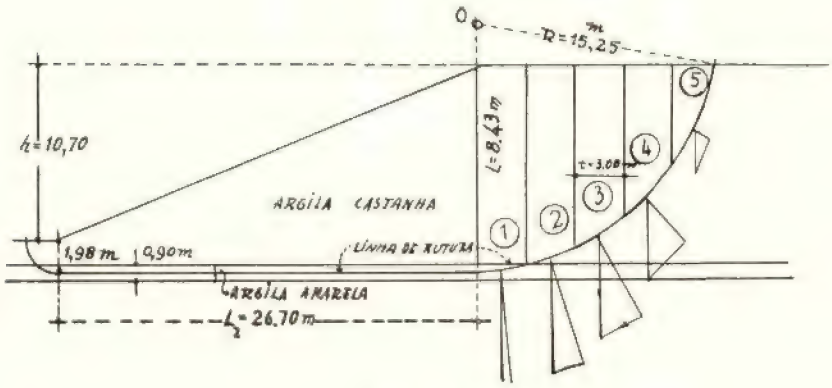


Fig 110

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 181)

F) *Pretende-se construir uma trincheira de 9.15 m de altura para uma estrada de 1.ª ordem, através dum solo argiloso com uma coesão de 0,196 kg/cm² e um ângulo de atrito interno de 16° (elementos determinados no ensaio de corte por translacção).*

Para um ângulo de inclinação i = 33° 47' e para φ = 16°, as curvas de Taylor (fig. 103), dão o número de estabilidade

$$N = 0{,}068 = \frac{c}{\omega\ h\ F}$$

$$F = \frac{1.960}{0{,}068 \times 1.890 \times 9{,}15} = 1{,}66$$

factor de segurança suficiente.

G) *Num solo argiloso com uma coesão de 0,171 kg/cm² e ângulo de atrito interno de 5°, pretende-se cavar uma trincheira vertical. Sendo o peso específico aparente do solo 1.850 kg/m³, qual será a profundidade que pode ser executada sem escoramento, admitindo um factor de segurança de 1.1 dado o carácter temporário da obra?*

$$i = 90° \quad \varphi = 5°$$

As curvas de Taylor (fig. 103) dão

$$= 0{,}24$$

donde

$$h = \frac{c}{F\,\omega\,N} = \frac{1.710}{1{,}1 \times 1.850 \times 0{,}24} = 3{,}5 \text{ m}$$

H) *Projecta-se um canal traçado em areia argilosa, sendo a profundidade de 4,80 m a resistência ao corte de 0,073 kg/cm² e o ângulo de atrito interno de 12°. O índice de vazios é de 90° °/₀ e a densidade real 2.6. Qual o factor de segurança, com o canal cheio e sendo a inclinação das margens de 1:1? Essas margens serão estáveis se ocorrer um súbito esvaziamento?*

Da equação (13) a densidade submersa será

$$\delta_3 = \frac{D-1}{1+e} = \frac{2{,}6-1}{1+0{,}9} = 0{,}84$$

e o peso específico submerso 840 kg/m³

As curvas de Taylor (fig. 103) dão

$$N = 0{,}10$$

donde

$$F = \frac{c}{N\,\omega_s\,h} = \frac{730}{0{,}10 \times 840 \times 4{,}80} = 1{,}78$$

Factor de segurança satisfatório para as condições expostas.

Para um súbito esvaziamento, tudo se passa como se o ângulo de atrito interno tomasse um valor φ' dado pela equação (132)

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{D-1}{D+e} \operatorname{tg} \varphi$$

ou pràticamente

$$\varphi' = \frac{D-1}{D+e}\,\varphi = \frac{2{,}6-1}{2{,}6-0{,}9} \times 12° = 5°\ 30'$$

Para $i = 45°$ as curvas de Taylor dão $N = 0{,}138$ e portanto

$$F = \frac{730}{0{,}138 \times 840 \times 4{,}80} = 1{,}29$$

valor ainda satisfatório.

I) *Pretende-se construir uma trincheira de 6,10 de altura em argila branda, de coesão 0,249 kg/cm², assente sobre um estrato de areia, a uma profundidade de 10,68 m, com resistência ao corte de 1.465/cm². O peso específico aparente da argila é de 1.920 kg/m³. Determinar a inclinação dos taludes necessária para assegurar um factor de segurança de 1,3, sabendo que é pràticamente nulo o ângulo de atrito interno da argila.*

O factor de profundidade é (fig. 104)

$$D = \frac{10{,}68}{6{,}10}\ 1{,}75$$

donde

$$N = \frac{2{,}490}{1{,}3 \times 6{,}10 \times 1.920} = 0{,}16$$

As curvas de Taylor dão $i - 22°\ 30'$ e $n = 0{,}7$ (o círculo de deslizamento cortará a superfície, em frente ao pé do talude, a uma distância $nh = 0{,}7 \times 6{,}10 = 4{,}27$ m).

J) *Uma trincheira com 8,20 m de profundidade e taludes 1:2 está aberta em argila com 0,244 kg/cm² de resistência ao corte e um peso específico aparente de 1.920 kg/m³. Apareceram fendas na camada superior, sendo de temer um deslizamento. Determinar o factor de segurança tendo em conta a possível profundidade das fendas superficiais.*

Se considerarmos a influência das fendas, a parte do círculo de deslizamento (fig. 111) interessada na resistência é apenas $A\ C$. A profundidade provável da fenda é

$$z = \frac{2\,c}{\omega} = \frac{2 \times 2.440}{1.920} = 2{,}54 \text{ m}$$

A tabela seguinte dá os dados de cálculo:

Fatia	t	Outros elementos
1	— 0,91	$\varphi = 0$
2	— 1,60	comprimento do arco
3	— 1,68	L = 32,0 m ou (de A a D)
4	+ 0,38	L = 28,6 m (de A a G)
5	+ 2,29	c = 0,284 kg/cm²
6	+ 4,19	t' = 3,00 m
7	+ 5,03	ω = 1.920 kg/m³
8	+ 4,35	
9	+ 0,82	
	(ou + 0,24 atendendo à fenda	
	12,87 (ou 12,29 atendendo à fenda)	

O factor de segurança, sem ter em atenção as fendas, será

$$F = \frac{L\,c}{\Sigma\,t} = \frac{32{,}0 \times 2.440}{12{,}87 \times 3 \times 1.920} = 1{,}05$$

tendo em atenção a fenda

$$F = \frac{28{,}6 \times 2.440}{12{,}29 \times 3 \times 1.920} = 0{,}98$$

e há que temer um deslizamento iminente.

k) *Uma trincheira de profundidade 15,25 m foi cavada com taludes de 1:2 em argilas de diversas constantes, da fig. 112.*

As diferentes camadas têm uma inclinação geral de 6° sobre a horizontal, e convém notar a existência duma camada de conchas calcáreas com 5 cm de espessura sobre o estrato de argila azul e a uma profundidade de cerca de 12,20 m.

Ocorreu a deformação da superfície do talude, tendo a parte superior escorregado cerca de 0,91 m apareceram fendas, uma mancha muito húmida foi assinalada a 2/3 da altura do talude, e no seu pé o solo refluiu. Investigar a estabilidade e sugerir remédios.

O tipo de rutura é idêntico ao estudado no exemplo E). O círculo de rutura será tangente à camada de conchas sob a argila muito compacta, no ponto C.

Profundidade da fenda

$$z = \frac{2\,c}{\omega} = \frac{2 \times 2.440}{1.920} = 2{,}54 \text{ m}$$

A tabela seguinte resume os dados de construção

Fatias	t	Outros elementos
1	1,22	L_1 = 16,30 m (círculo O_1)
2	3,20	c_1 = 0,308 kg/cm₂ (valor medio
3	4,88	das camadas superiores)
4	5,03	R_1 = 13,25 (círculo O_1)
	14,33	L_2 = 18,80 (círculo O_2)
		c_2 = 0,098 kg/cm²
		l = 8,85 m
		ω = 1.680 kg/m₃
		t = 3,00 m
		L_3 = 39,0 m

Toma-se, para simplificar, um valor médio para a coesão das camadas sobrejacentes ao leito de conchas.

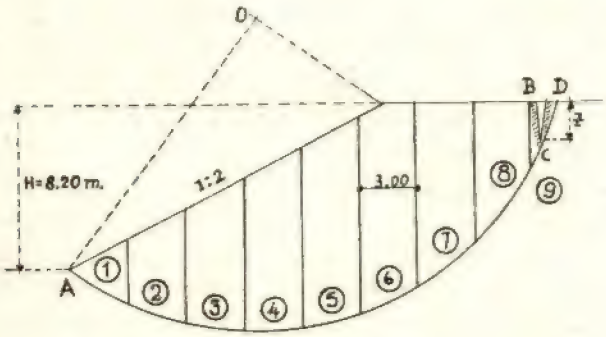


Fig. 111

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 221)

$$F = \frac{R_1 L_1 c_1 + L_2 c_2 1}{R_1 \Sigma T} =$$

$$= \frac{13{,}25 \times 16{,}30 \times 3{,}080 + 18{,}80 \times 980 \times 8{,}85}{13{,}25 \times 14{,}33 \times 3{,}00 \times 16{,}80} =$$

$$= 0{,}86$$

Valor que põe em evidência a instabilidade do talude.

Adoptar-se-ão contrafortes levados até uma profundidade pelo menos 0,30 m abaixo do nível da camada de conchas, com $1^m{,}20$ de largura e espaçados a intervalos de 7,5 m e feitos em degraus como se indica na fig. 112.

A análise conduzida com um círculo de centro O_2 envolvendo a base do contraforte dá um factor de segurança de 1,5,

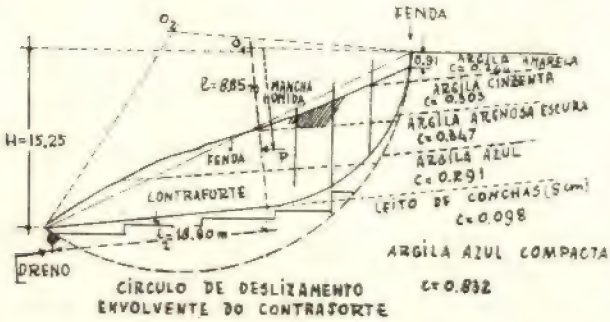


Fig. 112

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 221)

9 — Muros de pé e enrocamentos

Muitas vezes, a estabilidade dum talude pode ser reforçada ou assegurada recorrendo-se à construção de muros de pé ou de enrocamento até determinada altura [53]. Estes mesmos processos são largamente usados quando se procede ao alargamento de trincheiras de estradas ou caminhos de ferro. O projecto faz-se recorrendo à análise pelo método do círculo de deslizamento.

Na construção de muros de pé em solos argilosos ou argilo-arenosos é preciso atender cuidadosamente ao seguinte:

—a fundação deve ser levada a uma profundidade suficiente abaixo do círculo de deslizamento, mesmo que isso implique a utilização de estacas pranchas;

—deve colocar-se uma cortina de espessura suficiente em pedra seca, na parte interior do muro;

—a drenagem da água através do muro deve ser objecto de cuidados especiais, pois caso contrário corre-se o risco de deslizamento nas fundações, como consequência do aumento do grau de humidade.

O enrocamento num ângulo superior ao do talude natural do terreno deve ter em conta os seguintes cuidados, no caso da existência de solos argilosos ou argilo-arenosos: [53]

—a fundação deve ser levada a uma profundidade suficiente abaixo do círculo de deslizamento;

—o enrocamento deve apoiar-se em contrafortes de pedra, intervalados de 6 a 7,5 metros, com cerca de 1,20 m de largura e 1,50 de profundidade, e com um sistema de drenagem em tubos impedindo a acumulação de bolsas de água sob o enrocamento;

—o enrocamento nunca deve chegar à crista do talude, mas sim só até ao ponto situado na vertical do centro de gravidade do segmento circular de solo em perigo de deslizamento;

—no pé, o enrocamento deve ter maior peso e espessura que na parte superior.

10 — Exemplo

Uma trincheira com 9.50 m de profundidade tem taludes de 1:2, com um factor de segurança de 1,5 numa argila de resistência ao corte 0,280 kg/cm² e ângulo de atrito interno 5°. Pretende-se alargar a trincheira de 3 metros. Projectar e comparar métodos de alargamento por meio de muro de pé, enrocamento, ou simples corte do talude existente.

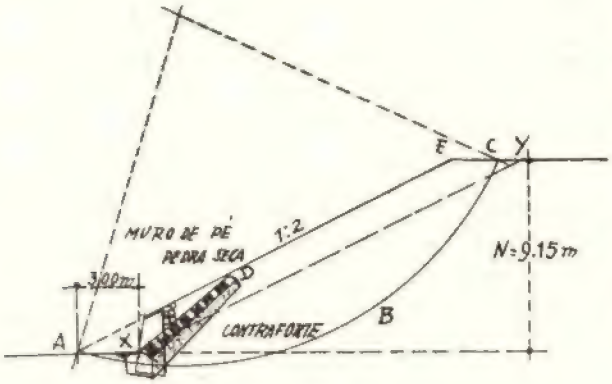


Fig. 113

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 220)

A fig. 113 dá os três processos de tratar o problema. O corte do talude existente fa-lo-ia recuar a linha *XY*.

A construção dum muro de pé em betão conduz ao arco de deslizamento *ABC*. A altura do muro seria de 2,10 m acima do nível da plataforma das linhas, a sua espessura seria variável de 0,90 a 1,50 m.

A fundação seria 1,05 abaixo do mesmo nível. Prevê-se camada de pedra seca e drenos.

No caso de adoptarmos enrocamento, este não deve subir acima do ponto *D* (metade de *AE*). A espessura será de 0,45 m em *D*, aumentando até 0,90 em *X*. Prevê-se uma fundação em betão para o enrocamento, 1,05 m abaixo no nível da plataforma. Preveem-se contrafortes espaçados 6,30 m

11 — Construção de maciços no pé dos aterros

Na construção ou alargamento de aterros, pode por vezes conseguir-se notável economia, construindo na sua base maciços em calcáreo, ou com materiais formados por pedra, cascalho e areia [53]. Assim, a fig 114 mostra um caso em que na construção dum aterro se pode evitar um talude de 3:1, substituindo-o por 2:1 com o referido maciço, ao qual o círculo de deslizamento passa a ser tangente. Os taludes a adoptar naquele serão de 1 1/2 : 1, e a sua altura de 2,40 m.

Na fig. 115 representa-se o alargamento de 8,50 m num aterro de 8,25 m de altura.

Manteve-se, pela utilização do maciço da base representado, o mesmo talude de 2:1. O aterro existente era formado por cascalho duro; o alargamento fez-se com solo argiloso.

Para evitar a existência dum plano de menor resistência cortaram-se no talude antigo as cunhas representadas.

O círculo de deslizamento tem o traçado indicado.

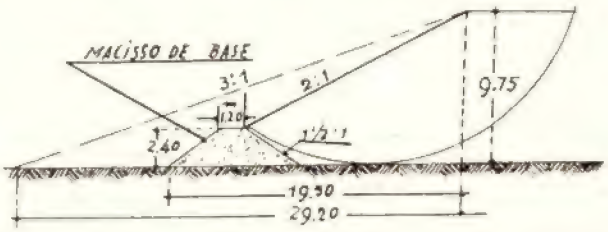


Fig. 114

(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 262)

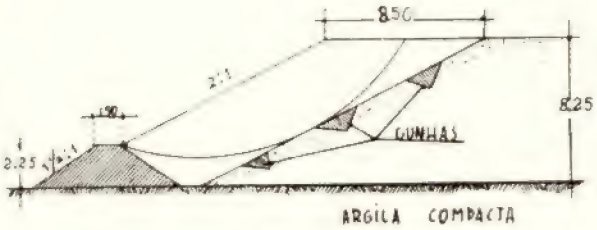


Fig. 115

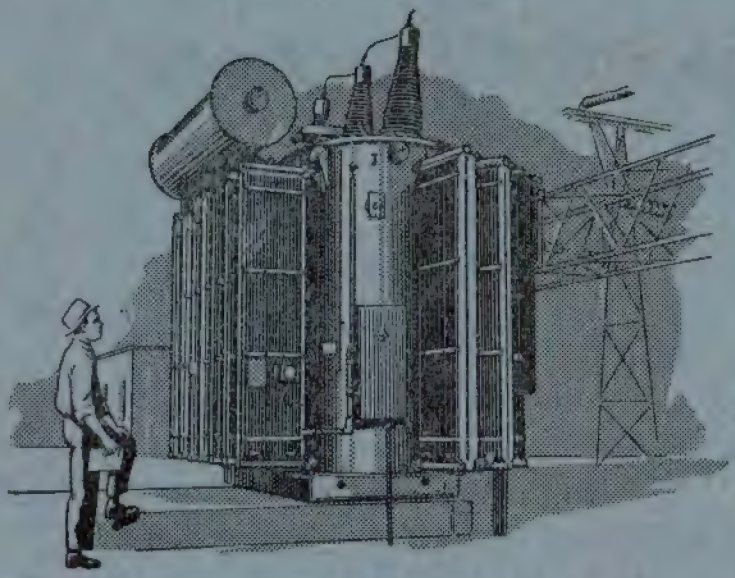
(Reynolds e Protopapadakis [53] pág. 262)

Quando não existem maciços no pé dos taludes, a verificação da estabilidade destes faz-se sem mais complicações pelo método de Fellenius.

(Continua)

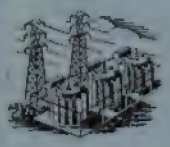
ALLIS-CHALMERS

O Fabricante da mais vasta linha de Equipamento Industrial do Mundo



Motores

Centrais



Sub-estações

Transformadores

Crivos vibrantes

Para Máxima Eficiência em Alta Tensão

Os transformadores **Allis-Chalmers** são conhecidos na indústria eléctrica pelo serviço eficaz e seguro e ampla capacidade no regime de carga.

Entre outras, as características da sua construção incluem bobines circulares, fios com núcleo de aço de máxima conductibilidade, superior concepção e tanques de aço soldado de construção excelente.

Muitas das maiores centrais das Américas usam transformadores **Allis-Chalmers**, os quais são fabricados para quaisquer especificações de tensão.

Queira consultar-nos quando se trate de equipamento eléctrico. Como distribuidores de **Allis Chalmers** podemos fornecer grande diversidade de equipamentos, de construção garantida, funcionamento eficaz e serviço prolongado. As suas consultas receberão pronta atenção.

ESTABELECIMENTOS HEROLD, LIMITADA

Rua dos Douradores, 7 Lisboa Telef. 2 4221 / 3

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORP

- EQUIPAMENTOS PARA TODOS OS GÉNEROS DE COMUNICAÇOES ELÉCTRICAS por rádio e por circuitos metálicos.
- EQUIPAMENTOS DE TODAS AS POTÊNCIAS PARA RADIODIFUSÃO E TELEVISAO.
- GRANDES E PEQUENAS CENTRAIS TELEFONICAS, manuais e automáticas.
- TODO O GÉNERO DE APARELHAGEM MANUAL E AUTOMÁTICA para instalações telefónicas e telegráficas.
- FORNOS ELÉCTRICOS desde pequenas potências, com aquecimento por correntes de radiofreqüência.
- SISTEMAS PATENTEADOS, DE ANTENAS de alta eficiência.
- CABOS DE TODOS OS TIPOS para comunicações em tôdas as freqüências e para transporte de energia.

Telefone 2 3111/2/3 Rua Augusta, 27 LISBOA

Cálculo da lage encastrada em 3 lados e sem apoio no 4.º lado

PELO ENG.º CIVIL I. S. T. MANUEL BRAVO

C. D. 624.073.12

A «Técnica», tendo conhecimento da existência deste cálculo, e achando de interesse a sua publicação, pediu ao Ex.mo Sr. Eng.º Manuel Bravo, autorização para o transcrever do projecto de que faz parte.

Estudo da deformação da placa rectangular encastrada em 3 lados e livre no outro

O cálculo das lages nestas condições de apoio não se encontra organizado sob a forma tabular.

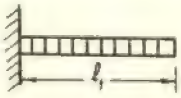
Por esse motivo, recorreu-se ao método aproximado que consiste na distribuição das cargas em 2 sentidos ortogonais por forma a conseguir-se a igualdade das flechas nos pontos de cruzamento.

Recorre-se à equação das elásticas (que a seguir se encontram mencionadas), para as deformações da peça encastrada nos 2 lados e em consola. A densidade da malha foi propositadamente exagerada, mas não perde em interesse teórico.

No final, entraram-se com os valores dos máximos, para o cálculo das secções, tal como o cálculo normal organizado nas tabelas correntes.

1) *Equações das elásticas*

$$\boxed{y = \frac{q\,l_1^4}{6\,EI}\,\frac{x}{l_1} - \frac{1}{4}\cdot\frac{x^4}{l_1^4}}$$



$c_1 = 0{,}0334$

$$x_1 = \frac{1}{5}\,l_1 \qquad y_1 = \frac{1}{30}\,\frac{q\,l^4}{EI} = \frac{0{,}0334}{EI}\,q\,l_1^4$$

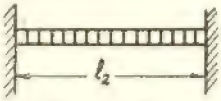
$$x_2 = \frac{2}{5}\,l_1 \qquad y_2 = \frac{1}{15{,}2}\,\frac{q\,l_1^4}{EI} = \frac{0{,}0658}{EI}\,q\,l_1^4$$

$$x_3 = \frac{3}{5}\,l_1 \qquad y_3 = \frac{1}{10{,}6}\,\frac{q\,l_1^4}{EI} = \frac{0{,}0944}{EI}\,q\,l_1^4$$

$$x_4 = \frac{4}{5}\,l_1 \qquad y_4 = \frac{1}{8{,}6}\,\frac{q\,l_1^4}{EI} = \frac{0{,}1162}{EI}\,q\,l_1^4$$

$$x_5 = l_1 \qquad y_5 = \frac{1}{8}\,\frac{q\,l_1^4}{EI} \quad \frac{0{,}125}{EI}\,q\,l_1^4$$

$$\boxed{y = \frac{q\,l_1^4}{24\,EI}\,\frac{x^2}{l_2^2} - 2\,\frac{x^3}{l_1^3} + \frac{x^4}{l_{22}^4}}$$



$c_2 = 0{,}0003375$

$$x_1 = \frac{1}{10}\,l_2 \qquad y_1 = \frac{0{,}0003375}{EI}\cdot q\,l_2^4$$

$$x_2 = \frac{1}{5}\,l_2 \qquad y_2 = \frac{0{,}0001067}{EI}\cdot q\,l_2^4$$

$$x_3 = \frac{3}{10}\,l_2 \qquad y_3 = \frac{0{,}0001504}{EI}\cdot q\,l_2^4$$

$$x_4 = \frac{2}{5}\,l_2 \qquad y_4 = \frac{0{,}0024}{EI}\,q\,l_1^4$$

$$x_5 = \frac{1}{2}\,l_2 \qquad y_5 = \frac{0{,}002604}{EI}\,q\,l_2^4$$

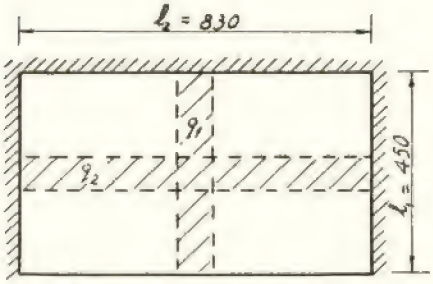
$$x_6 = \frac{3}{5}\,l_2 \qquad y_6 = y_4$$

$$x_7 = \frac{7}{10}\,l_2 \qquad y_7 = y_3$$

$$x_8 = \frac{4}{5}\, l_2 \qquad y_8 = y_2$$

$$x_9 = \frac{9}{10}\, l_2 \qquad y_9 = y_1$$

$$x_{10} = l \qquad y_{10} = y_0$$



2) *A condição de igualdade de flexas exige que:*

$$c_1 \frac{q\, l_1^4}{EI} = c_2 \frac{q_2\, l_2^4}{EI}$$

ou

$$c_1\, q_1\, l_1^4 = c_2\, q_2\, l_2^4$$

juntando com a condição

$$q = q_1 + q_2$$

possa determinar

$$q = q_1 + q_1 \times \frac{c_1\, l_1^4}{c_2\, l_2^4}$$

$$q = q_2 + q_2 \times \frac{c_2\, l_2^4}{c_1\, l_1^4}$$

$$q = q_1 \left(1 + \frac{c_1\, l_1^4}{c_2\, l_2^4}\right)$$

$$q = q_2 \left(1 + \frac{c_2\, l_2^4}{c_1\, l_1^4}\right)$$

$$q = q_1 \cdot \frac{c_1\, l_1^4 + c_2\, l_2^4}{c_2\, l_2^4}$$

$$q = q_2 \cdot \frac{c_1\, l_1^4 + c_2\, l_2^4}{c_1\, l_1^4}$$

donde

$$q_1 = q \cdot \frac{c_2\, l_2^4}{c_1\, l + c_2\, l_2^4}$$

$$q_2 = q \cdot \frac{c_1\, l_1^4}{c_1\, l_1^4 + c_2\, l_2^4}$$

3) *Cargas:*

Sobrecarga na lage:	200 kgs/m².
Peso próprio . . .	360
Revestimento . . .	140
	700 kgs/m².

4) *Cálculo de igualdade das flexas (Ver desenho).*

Designamos por c_i^l o coeficiente da expressão da flexa correspondente à deformação no sentido l_1 e na secção 1 correspondente e por c_2^l o coeficiente correspondente ao sentido l_2 na secção *l* respectiva.

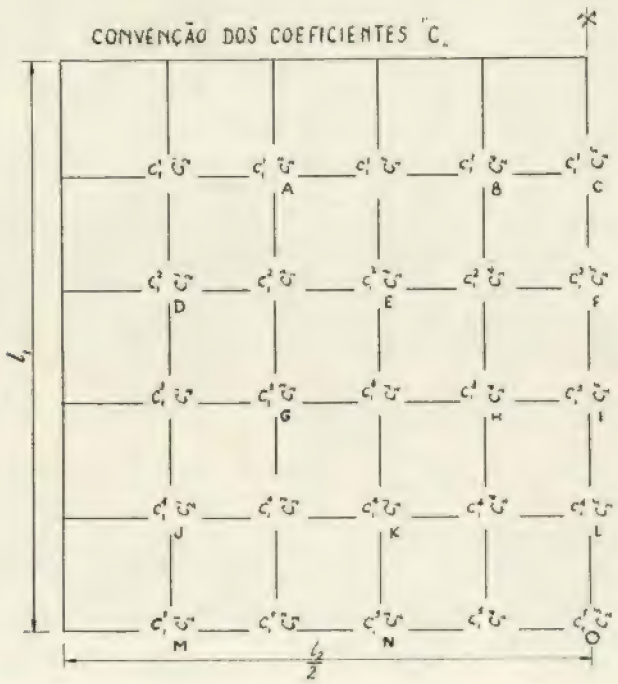
Os valores são:

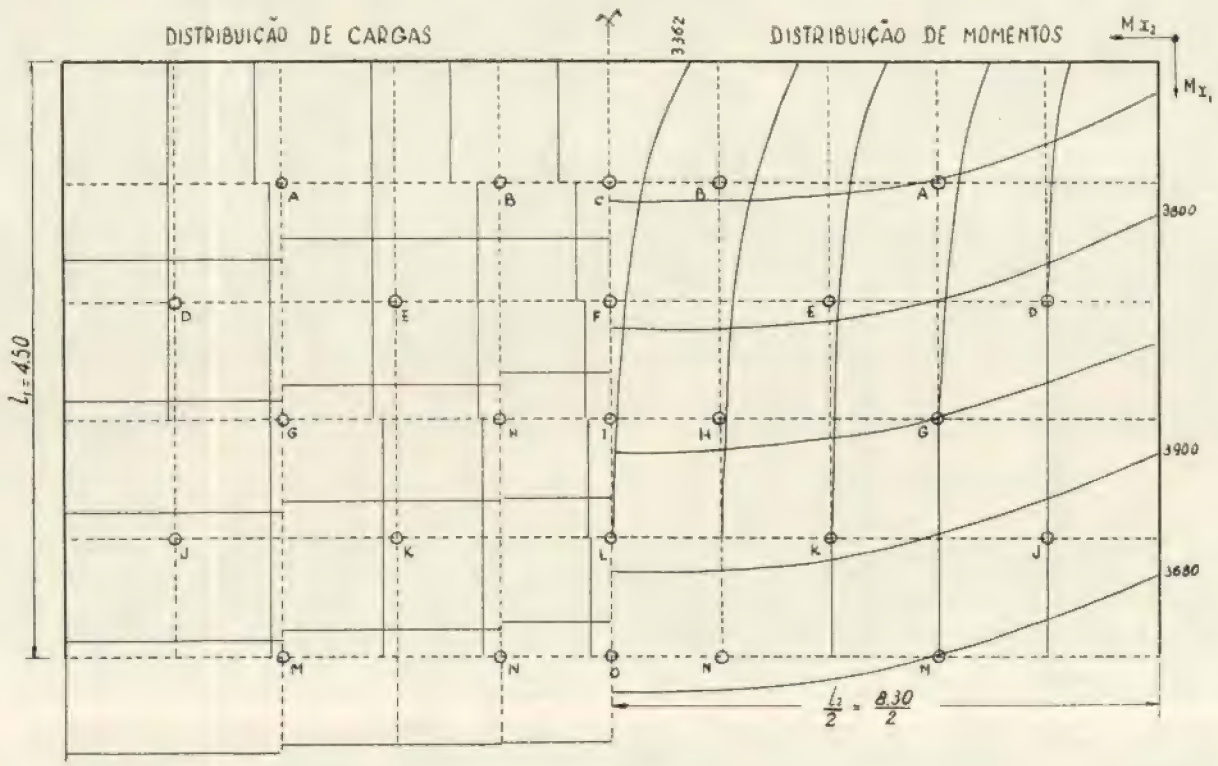
$c_1^1 = 0{,}0334$	$c_2^1 = 0{,}0003375$
$c_1^2 = 0{,}0658$	$c_2^2 = 0{,}001067$
$c_1^3 = 0{,}0944$	$c_2^3 = 0{,}001504$
$c_1^4 = 0{,}1162$	$c_2^4 = 0{,}00240$
$c_1^5 = 0{,}1250$	$c_2^5 = 0{,}002604$

Vamos calcular sòmente os nós assinalados com o sinal (.).

5) — Cálculo dos momentos flectores na lage 16

Pontos	Coeficiente C_1	Coeficiente C_2	Valores C_1^i	Valores C_2^i	l_1^4	l_2^4	$C_1 l_1^4$	$C_2 l_2^4$	$C_1 l_1^4 + C_2 l_1^4$	$\frac{C_2 l_2^4}{C_1 l_1^4 + C_2 l_2^4}$	$\frac{C_1 l_2^4}{C_1 l_1^4 + C_2 l_2^4}$	$q_1 = q \times (10)$	$q_2 = q \times (11)$	x_1 m	x_2 m	$M_{x_1} = \Sigma q_2 x_2$ kgm	$M_{x_2} = q_2 \frac{l^2}{2}\left(\frac{1}{6} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2}\right)$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)						
A	C_1^1	C_2^2	0,0334	0,0010670	410,06	4745,83	13,696	5,064	18,760	0,26994	0,73006	189,0	511,0	4,5	1,66	1915,00	117,50
B	C_1^1	C_4^2	0,0334	0,002400	»	»	13,696	11,390	24,086	0,47289	0,52711	331,0	369,0	»	3,32	3350,00	933,00
C	C_1^1	C_5^2	0,0334	0,0026040	»	»	13,696	12,358	26,054	0,47432	0,52568	332,0	368,0	»	4,15	3362,00	1057,50
D	C_2^1	C_1^2	0,0658	0,003375	»	»	26,982	1,602	28,584	0,05605	0,94395	39,0	660,8	3,6	0,83	253,50	1743,00
E	C_2^1	C_3^2	0,0658	0,0015040	»	»	26,982	7,138	34,120	0,20920	0,79080	146,5	553,5	»	2,49	946,00	825,00
F	C_2^1	C_5^2	0,0658	0,0026040	»	»	26,982	12,358	39,340	0,31413	0,68587	220,0	480,0	»	4,15	1425,00	1380,00
G	C_3^1	C_2^2	0,0944	0,0010670	»	»	38,710	5,067	43,777	0,11575	0,88425	81,0	619,0	2,7	1,66	295,50	142,20
H	C_3^1	C_4^2	0,0944	0,002400	»	»	38,710	11,390	50,100	0,22735	0,77265	159,0	541,0	»	3,32	580,00	1365,00
I	C_3^1	C_5^2	0,0944	0,0026040	»	»	38,710	12,358	51,068	0,24199	0,75801	169,5	530,5	»	4,15	617,50	1523,00
J	C_4^1	C_1^2	0,1162	0,0003375	»	»	47,649	1,602	49,251	0,03257	0,96743	22,8	677,2	1,8	0,83	36,85	1788,00
K	C_4^1	C_3^2	0,1162	0,0015040	»	»	47,649	7,138	54,787	0,13029	0,86971	91,3	608,7	»	2,49	147,80	907,50
L	C_4^1	C_5^2	0,1162	0,0026040	»	»	47,649	12,358	60,007	0,20594	0,79406	144,2	555,8	»	4,15	233,50	1593,00
M	C_5^1	C_2^2	0,1250	0,0010670	»	»	51,258	5,067	56,325	0,08996	0,91004	63,0	637,0	0,9	1,66	25,80	146,00
N	C_5^1	C_4^2	0,1250	0,002400	»	»	51,258	11,390	62,648	0,18181	0,81819	127,4	572,5	»	3,32	51,60	1447,60
O	C_5^1	C_5^2	0,1250	0,0026040	»	»	51,258	12,358	63,616	0,19426	0,80574	136,0	564,0	»	4,15	55,00	1620,00





5) *Cálculo das secções*

$$h = 13{,}5 \qquad H = 15 \text{ cm} \qquad R'_b / a = 55/1500 \qquad \delta_o = 8{,}936$$

$$M_o = 8{,}936 \times 100 \times 13{,}5^2 = 163000 \text{ kg cm}$$

$A_a = \lambda bh = 0{,}00728 \times 100 \times 13{,}5 = 9{,}84$ cm² 8 ø 1/2" (10,1) A. distribuição 8 ø 1/4"

Todos os momentos até à intensidade de M_o são absorvidos pelas secções anteriores.
Consideramos agora as regiões de momentos negativos :
Vamos calcular as secções necessárias para :

$$M_2 = 3900 \text{ kgm.}$$

$$M_1 = 3365 \text{ kgm.}$$

$$M_o = 163000 \text{ kgcm.}$$

$$M_1 - M_o = 227000 \text{ kgcm.}$$

$$R'_a = \frac{15 \times 55 \times 12}{13{,}5} - \frac{1400 \times 1{,}5}{13{,}5} = 734 - 156 = 578 \text{ kgs/cm}^2 \quad z = 0{,}876 \times 13{,}5 = 11{,}8 \text{ cm}$$

$$A_a = \frac{M_o}{R_a z} + \frac{M - M_o}{R_{a_c}} = \frac{163000}{1400 \times 11{,}8} + \frac{227000}{1400 \times 12} = 9{,}88 + 13{,}50 = 23{,}38 \text{ cm}^2 \; 12 \text{ ø } 5/8'' \; (23{,}8 \text{ cm}^2)$$

$$A'_a = \frac{227000}{578 \times 12} = 32{,}7 \text{ cm}^2 \; 8 \text{ ø } 3/4'' + \text{ø } 1/2'' \; (33{,}0 \text{ cm}^2)$$

$$\left.\begin{array}{r} M_o = 163000 \text{ kg cm} \\ M_2 - M_o = 173.500 \text{ kg cm} \end{array}\right\} R'_a = 578 \text{ kgs/cm}^2. \; z = 11{,}8 \text{ cm}$$

$$A_a = \frac{163000}{1400 \times 11{,}8} + \frac{173500}{1400 \times 12} = 9{,}88 + 10{,}30 = 20{,}18 \text{ cm}^2 \; 16 \text{ ø } 1/2'' \; (20{,}27 \text{ cm}^2)$$

$$A'_a = \frac{173.500}{578 \times 12} = 25 \text{ cm}^2. \; 8 \text{ ø } 3/4 + 8 \text{ ø } 1/4 \; (25{,}43 \text{ cm}^2)$$

Completaram a parte escolar do seu curso no ano lectivo de 1948-49 os nossos colegas:

ENGENHARIA CIVIL

João Francisco Lobo Fialho
José Joaquim Reis de Carvalho
José Pires Castanho
José Cândido da Cruz
Maria da Conceição Cruz Azevedo
Carlos Alberto Vasconcelos Campos, Fernando Augusto Soeiro e José Joaquim Pedroso dos Santos
José Fiuza Perestrelo
José Campos Dias da Cunha
José Pinto Eliseu da Silva Pereira e José Hermínio Macieira Dias
Alberto Ribeiro da Costa Vilaça e José Nicolau Pires Correia
João Manuel Contreiras Maia
Mário Eugénio de Sousa Costa
Alberto Moreira dos Santos e Rogério Dinis Gonçalves Henriques
Fernando da Silva Brilhante Pessoa, José Leonardo da Silva Carvalho e Rui Jardim de Bettencourt
Manuel Ryder da Costa
Joaquim António Lapa de Lemos Salema
Acrísio de Sampaio Nunes, Augusto Ramalho Rosa e Carlos Câncio Walpole Henriques
José António Carvalho Escarameia
Manuel Luís Coelho Horta
Mário Henriques da Silva Maia Rebelo

ENGENHARIA DE MINAS

Gentil Casimiro Ferreira
Alberto Luís Dias Botelho

ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

José Domingos Vístulo de Abreu
Horácio Soares de Campos Neto e António Correia Pinto
Adriano Mário da Cunha Lucas
José Jerónimo Horta dos Santos
Ernesto Borges
João dos Santos Pinto
Delfim Feijóo de Santana Godinho
Fernando dos Santos Pulido Valente e Manuel Pedro Pardal Monteiro
José dos Santos Pereira e Teddy Naar
Joaquim Pedro Marques Paz, José Manuel Consiglieri Pedroso e Vasco José Carvalho Ribeiro
Albano Martins Ramos
José Rabaça de Carvalho
Jaime Hemitério Santos Faria, José Manuel Ferreira de Alenquer e José Romana Vargas

Alexandre Carmo Guerreiro, Emídio Penin Loureiro e Rui Passos de Lemos Viana
Antero Ferreira Quintão
José Ferreira de Sousa
Manuel Brandão Rocha
Aníbal Pires Antunes e Fernando Gutierrez Caeiro
Gilberto Edmundo Cunha de Almeida
José Fraga Grangeio

ENGENHARIA DE MÁQUINAS

José António de Almeida Justo
José Pedro Norton e Sousa Pires
Francisco Eugénio Fernandes Martins
Francisco Ferreira de Campos
Maria Gisélia Abelheira Trabucho e José Maria Pereira dos Reis
António Júlio de Sousa Lage
Carlos Dias Tomé
Francisco Prista da Conceição Caetano
Carlos Fernando Pereira Gonçalves
António Emídio da Silva Abrantes e Carlos Alberto Dias Frreira
Henrique Borges de Sousa Duarte Ferreira e Orlando Rodrigues Loureiro
Luís Francisco da Gama Barreto e Rogério Eugene de Almeida Tavares
Ernesto Correia
Júlio Mendes Gameiro
Emílio Guilherme de Andrade de Almeida

ENGENHARIA QUÍMICO-INDUSTRIAL

Henrique Barbosa Estácio Marques
António Gonçalves de Almeida de Ferro e Duarte Nuno Mendes da Costa
Fernando José de Aguiar Calado
George Hubert Joseph Black
Alberto Diogo, Carlos Moura Pulido e Manuel Tavares de Matos
Júlio Hidalgo y Santos

ALUNOS PREMIADOS NO ANO LECTIVO DE 1948-1949

PRÉMIOS

«Dr. Mira Fernandes»

Destinado ao aluno mais classificado nas cadeiras de Cálculo Diferencial, Integral e das variações e Mecânica Racional — Aluno n.º 2291, *Manuel Agudo Marques Maia.*

«Francisco da Fonseca Benevides»

Destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Física Geral e Experimental — Aluno n.º 2344 — *Mário Dias da Silva Fontoura.*

«Tomaz Bordalo Pinheiro»

Destinado aos três primeiros classificados na cadeira de Desenho Técnico.
1.º classificado — Aluno n.º 2501, *Fernando de Melo Alves da Silva.*
2.º » — Aluno n.º 2529, *Manuel Mata da Nazaré.*
3.º » — Aluno n.º 2488, *Dália da Silva Pinto Lázaro.*

«Saraiva de Carvalho»

Destinado ao aluno mais classificado na cadeira de Pesquisa e Exploração de Minas — Aluno n.º 1140, *Gentil Casimiro Ferreira.*

Destinado ao aluno mais classificado no último ano do curso de Engenharia Electrotécnica — Aluno n.º 1679, *Horácio Soares de Campos Neto.*

«Bandeira de Melo»

Destinado ao aluno mais classificado em qualquer dos cursos de:
Engenharia de Minas: — Aluno n.º 1140, *Gentil Casimiro Ferreira.*
Engenharia Electrotécnica: — Aluno n.º 1628, *Domingos Vístulo de Abreu.*
Engenharia Mecânica: — Aluno n.º 1654, *João António de Almeida Justo.*
Engenharia Químico-Industrial: — Aluno n.º 1665, *Henrique Augusto Barbosa Estácio Marques.*

«Dr. Mário Bastos Wagner»

Destinado ao aluno mais classificado na especialidade de Engenharia Químico-Industrial — Aluno n.º 1665, *Henrique Augusto Barbosa Estácio Marques.*

«Dr. Brito Camacho»

Destinado ao aluno que concluir com maior classificação qualquer dos cursos professados neste Instituto — Aluno n.º 1665, *Henrique Augusto Barbosa Estácio Marques.*

«Eng.º Manuel P. Rodrigues da Costa Barros»

Destinado aos alunos mais distintos, na cadeira de Turbinas Hidráulicas — Aluno n.º 1591, *António de Sousa Lage* — Aluno n.º 1618, *Francisco Eugénio Martins.*

BIBLIOTECA

PUBLICAÇÕES

Todas as publicações aqui indicadas, são pertença da Biblioteca da A. E. I. S. T.

C. D. 622.7

Diagramas de Preparação de Minérios

Por ALBERTO DE MORAIS CERVEIRA

Porto Editora

1948 — Págs. 252

Trata-se da dissertação apresentada pelo Eng.º Alberto Cerveira para o seu doutoramento na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O assunto em título é versado pelo A. no sentido de organizar, por meio duma cuidada metodização dos vários factores influentes, as bases que permitirão escolher o diagrama de preparação mais conveniente para um dado tipo de minério.

A complexidade deste problema, bem frizada pelo A. no seu trabalho, não permite, evidentemente, chegar ao resultado objectivo de determinar tipos gerais de diagramas aplicáveis aos vários casos de minérios. Mas o cuidado posto em ordenar e compulsar os diferentes factores em jogo e a análise metódica dos limites e variações de aplicabilidade dos distintos métodos consoante os minérios a tratar e o papel desempenhado por estes métodos dentro dos esquemas gerais de tratamento, fazem do trabalho do Eng.º Cerveira um documento de interesse para os que, em face dum dado minério, têm que determinar o seu diagrama de tratamento ou melhorar o diagrama já existente.

A dissertação do Eng.º Cerveira não é um tratado de Preparação de Minérios, na asserção de descrever as máquinas, técnicas ou processos de tratamento; é antes um complemento destes tratados, pressupondo já conhecidos os assuntos habituais da preparação de minérios. Não são contudo para desprezar, sob este aspecto, o grande número de exemplos práticos apresentados e a bibliografia reunida para a execução do trabalho.

Não queremos terminar esta breve nota sem fazer votos para que o Eng.º Alberto Cerveira complete o trabalho agora apresentado com o estudo sobre a regulação da aparelhagem de preparação de minérios que nos promete no prefácio da sua dissertação e que será o complemento lógico dela.

F. M.

C. D. 541.121:552+669

El Equilíbrio Físicoquimico en Metalogenia, Litogenia y Metalurgia

Por I. ROSO LUNA

Escuela Especial de Ingenieros de Minas

1947 — Págs. 174

C. D. 552

Algumas Notas Relativas à Petrografia da Índia Portuguesa

Por JUDITE DOS SANTOS PEREIRA

Junta de Investigações Coloniais

1949 — Págs. 32

C. D. 620.17

El empleo de lacas frágiles en la determinación de tensiones

Por ANSELMO MORENO CASTILLO

Lab. Central de Ensayo de Mat. de Construccion

1950 — Págs. 10

C. D. 620.178.74

Ensayo de doblado de metales a la temperatura ambiente

Lab. Central de Ensayo de Mat. de Gonstruccion

1950 — Págs. 2

C. D. 621.312

Catálogo de Baixa Tensão — n.º 22

Empresa Electro-Cerâmica

1944 — Págs. 96

C. D. 621.312

Catálogo de Alta Tensão — n.º 21

Empresa Electro-Cerâmica

1943 — 31 Págs.

C. D. 625.8

Pequeno Estudo Sobre os Pavimentos Térreos da Guiné e o Endurecimento das Ruas de Bissau

Por REGO CABRAL e J. M. SEGURO

Separata do Boletim Cultural da Guiné Portuguesa

1949 — Págs. 265/272

C. D. 625.7/8

Memoria del Primer Congreso Vial Regional del Norte Argentino

Universidad Nacional de Tucuman

1949 — Págs. 1571

Em 3 volumes

C. D. 627.1

Rio Lis
Regularisação e Defesa dos Campos Marginais

Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos

1949 — Págs. 10

C. D. 627.16

Amélioration des embouchures des voies d'eau naturelles et artificielles, y compris les embouchures de petites dimensions, soit dans une mer sans marée, soit dans une mer à marée

Por M. DUARTE ABECASSIS

1949 — Págs. 29

Questão apresentada ao XVII Congresso Internacional de Navegação.

C. D. 627.2

Sesimbra, Póvoa de Varzim, Peniche, Espinho

Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos

1949

4 publicações apresentadas ao XVII Congresso Internacional de Navegação.

C. D. 627.2

O porto de Leixões

Administração dos Portos do Douro e Leixões

C. D. 627.23

Pénétration de l'agitation dans les ports; moyens de la prévoir et de la combatrre. Essais de laboratoire

Por CARLOS KRUS ABECASIS

1949 — Págs. 31

Comunicação apresentada ao XVII Congresso Internacional de Navegação.

C. D. 627.26

Constatations récentes, précautions nouvelles à l'égard de la décomposition des mortiers et bétons dans l'eau de mer

Por MANUEL ROCHA, ANTÓNIO COUTINHO e BEJA NEVES

1949 — Págs. 31

Comunicação apresentada ao XVII Congresso Internacional de Navegação.

C. D. 627.42

Role des réservoirs d'accumulation, dans la régulation des débits des voies d'eau à courant libre ou canalisées, dans l'atténuation des crues

Por M. ALBERTO ABECASIS MANZANARES

1949 — Págs. 11

Questão apresentada ao XVII Congresso Internacional de Navegação.

C. D. 627.52

Ouvrages de défense en pleine côte pour limiter les érosions; leur mode d'action. Essais de laboratoire

Por VIEIRA DE CAMPOS et HENRIQUE SCHRECK

1949 — Págs. 11

Comunicação apresentada ao XVII Congresso Internacional de Navegação.

C. D. 627.82

Barragem Salazar e Obras de Rega do Vale do Sado

Junta Autónoma das Obras de Hid. Agrícola

1949

C. D. 627.82

Aproveitamento do Zêzere Escalão do Castelo do Bode

Hidro-Eléctrica do Zêzere

C. D. 628.1

Companhia das Águas de Lisboa

1949

Visita dos Congressistas ao XVII Congrés International de Navigation.

C. D. 628.1

Relatório da Comissão Encarregada de Estudar as Novas Captações para Abastecimento de Águas a Lisboa e Arredores

Págs. 101

C. D. 656 2

Relatório do Conselho de Administração e Parecer do Conselho Fiscal

EXERCÍCIO DE 1948

Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses

1949 — Págs. 49

9 páginas com mapas.

C. D. 656 2

Invitación al VII Congreso Panamericano de Ferrocarriles que se celebrara en la ciudad do Mexico los dias 10 al 20 de Octubre de 1950

C. D. 666.81:691.55

Análisis quimico del yeso y productos afines

Labor. Central de Ensayo de Mat. de Construccion

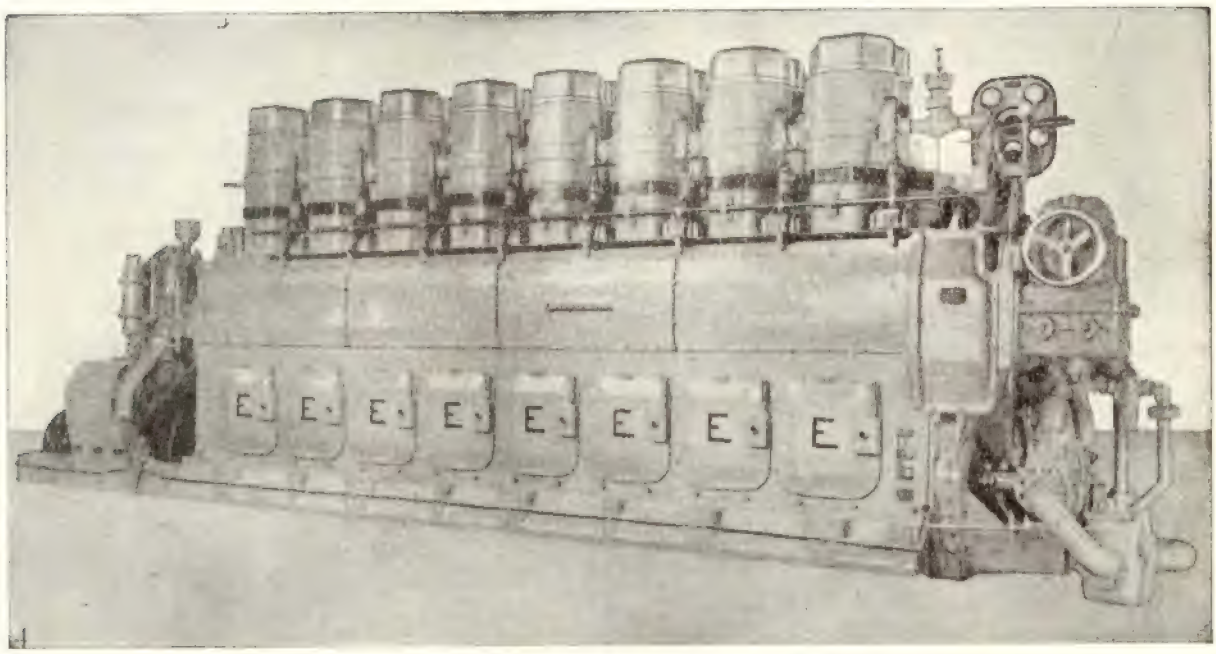
1950 — Págs. 6

REVISTAS

		C. D.
Aeroplane (The), n.os 2022 a 2025	Inglaterra	629.13
Agros, n.os 2-3 (1949)	Portugal	631
Agronomia Lusitana, n.os 2 e 3 (1947)	Portugal	631
Aircraft Engineering, n.º 253	Inglaterra	629.13
Anais da Faculdade de Farmácia do Porto, vol. IX (1949)	Portugal	615
Arbor, n.os 43-44	Espanha	1.3+7/8
Arcos, n.º 116	Bélgica	621.79.052
Asea Journal, n.º 1 (1950)	Suécia	621.3
Atti notizie, n.º 1	Itália	669
Arquitectura Portuguesa, n.º 158	Portugal	72
Boletim da Junta de Exportação, n.os 4 e 5	Angola	382.6 (673)
Boletim da Junta Nacional da Cortiça, n.º 135	Portugal	634.985.5
Boletim da M. P., n.º 1	Portugal	363
Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa, n.os 7-8, (1949)	Portugal	910
Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique, n.os 48 a 60, 62	Moçambique	7/9 (679)
Building Digest, n.os 1, 2, 3 (1950)	Inglaterra	72
Bulletin of the British Cast Iron Research Association, 3-950	Inglaterra	016.62
Bulletin du Congrés des Chemins de Fer, n.º 3, 1950	Bélgica	385
Bulletin Oerlikon, n.os 277, 279	Suíça	621.3
Bulletin Technique de la Suisse romande, n.os 5 e 6	Suíça	624/628+72
Cemento y Hormigón, n.º 192	Espanha	666.9
Chronique des Mines Coloniales (La), n.º 165	França	622
Ciencia y Tecnica, n.os 372, 373	Argentina	62+66/69
Civil Engineering, n.º 525	Inglaterra	624/628
Civitas, I-II-III-IV (1949)	Portugal	083:624/628
Compressed Air Magazine, n.º 3, 1950	E. U. A.	621 5
Dyna, n.º 3	Espanha	62+66/69
Electrical Communication, n.º 4, (1949)	E. U. A.	621.39
Electricité, n.os 156 e 159	França	621.3
Electronic Engineering, n.º 266	Inglaterra	621.38
Electrotecnica (L'), n.os 1 e 2 (1950)	Itália	621.3

ENTERPRISE

ENGINE & FOUNDRY COMPANY — U. S. A.



MOTORES DIESEL MARÍTIMOS — MOTORES DIESEL ESTACIONÁRIOS

GRUPOS DIESEL-GERADOR

45 a 2100 HP — **200 a 850 RPM** — **3 a 8 cilindros**

- Bloco de cilindros fundido numa só peça.
- Base fundida numa só peça.
- Camisas em contacto directo com a água.
- Cabeças de cilindro individuais.
- Cambota em aço forjado.
- Tirantes em aço forjado, Tipo marítimo.
- Bombas de injecção individuais.
- Válvulas em aço « SILICHROME »
- Lubrificação forçada.
- Balanceiros com sistema hidráulico para eleminação de folga.
- Válvula de arranque em todos os cilindros.
- Com ou sem sobre-alimentação.

CONSTRUÇÃO ROBUSTA — SERVIÇO CONTÍNUO — ECONOMIA

REPRESENTANTES:

• TERMO-MECANICA •

LIMITADA

AVENIDA ALMIRANTE REIS, 247, 1.º — **LISBOA**

		C. D.
Engenheiro Westinghouse (O), Abril, 1950	E. U. A.	621.3
Engineering, n.os 4389 a 4393	Inglaterra	62+66/69
Estudos (C. A. D. C.), n.º 285	Portugal	1/2+8
Euclides, n.º 101	Espanha	5
Excavating Engineer, n.º 3	E. U. A.	624.13
Ferrocanales, n.os 23 e 24	México	625.1/6
Gazeta dos Caminhos de Ferro, n.os 1494, 1495	Portugal	385
Gazeta de Normalização, n.º 2	Portugal	389.6 (469)
Houille Blanche (La), (1946/1949), n.º 1 (1950)	França	626/627
Indice Cultural Español, n.os 49, 50	Espanha	016:1/9 (46)
Indústria Portuguesa, n.º 262	Portugal	62+66/69
Ingenieria (La), n.º 896	Argentina	62+66/69
Máquinas e Metais, n.º 51	Portugal	621.9+546.3
Medicina, n.º 65	Portugal	61
Memorial do Estado Mayor, Jan.-Fev. (1950)	Colombia	623
Mensário das Casas do Povo (S. N. I.), n.º 46	Portugal	(05) (061)
Metallurgia, n.º 245	Inglaterra	669
Metallurgia Italiana (La), n.º 1	Itália	669
Ossature Metalique, n.º 3	Bélgica	624.014
Portucale, n.os 19-20, 21-22, 23-24	Portugal	1/3+7/8
Rádio Jornal, Dez. (1949)	Brasil	621.396-7
Radio Nacional (E. N.), 11-2-950	Portugal	621.396.7
Recherche Aéronautique (La), n.º 13	França	629.13
Relatório da Administração Geral do Porto de Lisboa, 2 volumes (1948)	Portugal	31:351.82
Revista de Artilharia, n.º 297	Portugal	623
Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, n.º 2, 1949	Itália	526 (45)
Revista do Clube de Engenharia, n.º 161	Brasil	62+66/69
Revista Electrotécnica, n.º 3	Argentina	621.39
Revista Industrial y Fabril, n.º 41	Espanha	62+66/69
Revista de Obras Públicas, n.º 2819	Espanha	624/628
Revista da Ordem dos Engenheiros, n.º 74	Portugal	62+66/69
Revista do Sindicato Nacional dos Engenheiros Auxiliares e Agentes Técnicos de Engenharia, n.os 45-46, 47-48	Portugal	62+66/69
Revue Technique Sulzer, n.º 4	Suíça	621.3
Science et Vie, n.º 391	França	5+6
Seara Nova, n.os 1154-55	Portugal	3+7/8
Vértice, n.º 78	Portugal	1/3+7/8

FICHEIRO

Electrotecnia

C. D. 621.4.038 33

Recherches expérimentales sur l'injection du combustible dans les moteurs Diesel.

Revue Technique Sulzer, 1949, n.º 3, págs. 1/11.

L'introduction du combustible, sa pulvérisationet sa répartition dans la chambre de combustion constituent aujourd'hui encore l'un des problèmes les plus importants pour le constructeur de moteurs Diesel. Nous décrirons ici des essais récents auxquels a procédé la Maison Sulzer Frères, et tendant à déterminer par jaugeages les lois régissant l'injection et par l'observation stroboscopique la formation des jects.

Freios

C. D. 625.251

Recherche d'une méthode de calcul de distance d'arrêt des trains de marchandises freinés au frein contine à air comprimé. (Continuação e fim). — *E. Hennig.*

Bulletin du Congrés des Chemins de Fer, 12-949, vol. XXVI n.º 12, págs. 933/952.

Combustiveis

C. D. 662.76

A gasificação da madeira — *Edmond Zédet.*

Análise, 12-949, n.º 20, págs. 9/19.

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

CONDUTORES ELÉCTRICOS

C E L

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

TODOS OS TAMANHOS DESDE $\frac{3}{4}$ j. c. ATÉ 45 j. c.

GASOLINA DIESEL ELÉCTRICAS

Representantes exclusivos para Portugal e Colónias:

BLACKWOOD HODGE (PORTUGAL) LIMITADA

PRAÇA DA ALEGRIA, 58

LISBOA

TELEFONES: 3 2064 — 3 2065

Inglaterra, E. U. A., Espanha, África do Sul, África Oriental, África Ocidental, Rodésia do Norte e do Sul, Congo Belga, Angola, Moçambique, Índia, Paquistão, Ceilão, Burma, Austrália

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46

LISBOA — PORTUGAL

TELEGRAMAS: PESSIL-LISBOA — TELEFONES: 29879-24495-20354

MÁQUINAS, EQUIPAMENTO, INSTALAÇÕES

Representantes de:

EMILE HAEFELY & C.ie S. A. — Basileia — Suíça
Transformadores de potência e medida, Condensadores estáticos, Rebobinagem de máquinas eléctricas, Material isolante

SPRECHER & SCHUH, S. A. — Aarau — Suíça
Aparelhagem eléctrica, Disjuntores-Ortojectores

MEIDINGER, S. A. — Basileia — Suíça
Motores e ventiladores eléctricos

BAUME & MARPENT, S. A. — Haine St. Pierre — Bélgica
Material de caminhos de ferro, Pontes, Gasómetros

HEINRICH FLOTTMANN G. m. b. H. — Herne — Alemanha
Equipamento perfurador, Demolidores, Compressores, Martelos

BERKEFELD FILTER GESELLSCHAFT, m. b. H. — Celle — Alemanha
Filtros para água, vinho, óleos. Instalações de depuração e amaciamento de água, desferrização

ESCH-WERKE K. G. — Duisburgo — Alemanha
Britadoras, trituradoras, instalações de tratar pedras

W. HARTMANN & C° — Hamburg — Alemanha
Escavadoras, transportadores de fita, Scrapers, Vagonetas, Carris, Aços

THEODOR TILEMANN K. G. — Gevelsberg — Alemanha
Cabos de aço, cadeias, correntes

COMPANHIA PORTUGUESA DO COBRE, S. A. R. L. — Contumil — Porto
Cobre, latão, alumínio e respectivas ligas

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «**Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional**»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telef. Oeiras { Administ. 156 / P. B. X. 126/127

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

AVISO

CUPRINOL

Ás Entidades Oficiais, Empresas Particulares, Proprietários, Arquitectos, Engenheiros e Empreiteiros:

Como ùltimamente se têm verificado graves e sérios prejuizos na imunisação das madeiras com imitações de **CUPRINOL,** vimos pùblicamente avisar os interessados que, futuramente, o **CUPRINOL** deixa de ser distribuído avulso.

O **CUPRINOL** será apenas vendido em embalagens seladas.

Sem qualquer encargo para os nossos clientes, a nossa Secção Técnica está pronta a controlar quaisquer aplicações de **CUPRINOL,** em qualquer parte do País.

Nos prejuizos verificados nas construções da Encosta da Ajuda, Estrela, etc., ficou bem demonstrado que, embora os cadernos de encargos exigissem **CUPRINOL,** o produto aplicado foi totalmente diferente.

Secção CUPRINOL

SOC. ROBBIALAC, L.DA

15, Rua Nova do Carvalho

LISBOA

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LIMITADA

PRAÇA DO MUNICÍPIO 13, 3.º

TELEF. 22344

LISBOA

Máquina para execução de estacas

FUNDAÇÕES

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º—LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º—PORTO

Agentes em todo o País

SIEMENS

Companhia de Electricidade S. A. R. L.

LISBOA PORTO

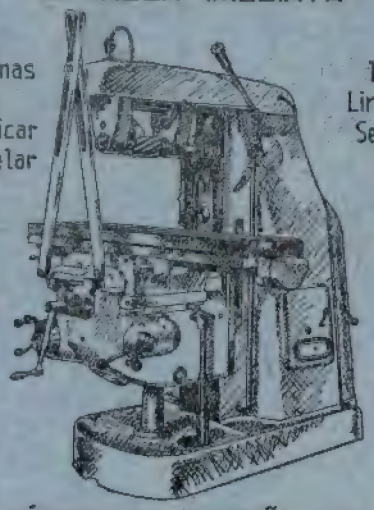
CENTRAIS eléctricas e redes de distribuição — MOTORES, dínamos e alternadores para todas as correntes e potências — EQUIPAMENTOS eléctricos para todas as indústrias — GRUPOS eléctro-bombas para abastecimento de água, trasfega e regas — INSTALAÇÕES eléctricas de luz e força — ARMADURAS para lâmpadas — APARELHAGEM de manobra e medição — CONTADORES eléctricos e de água — MATERIAL eléctrico de toda a classe — VENTILADORES — LAMPADAS — TELEFONES para redes automáticas e manuais — APARELHAGEM de cinema sonoro — INSTALAÇÕES de sinalização óptica e acústica.

MÁQUINAS DE FRESAR UNIVERSAIS

ENTREGA IMEDIATA

Máquinas de Rectificar Escatelar

Tornos Limadores Serrotes Etc.



MÁQUINAS DE PRECISÃO, LDA.
Rua da Boavista 49-1º

Agentes no Porto
BARBOSA & CARVALHO, LDA.
Rua José Falcão, 61

Antes de efectuar o seu Seguro de Vida

Consulte

LA EQUITATIVA

(FUNDACIÓN ROSILLO)

Delegação de Portugal:

Av. da Liberdade, 223 — LISBOA

A mais moderna Apólice do mercado português:

Participação nos lucros — Juros «Post-Mortem» — Empréstimos sem juros (em alguns casos especiais) — Consulta médica anual gratuita — Duplo capital no caso de morte por acidente — Renda anual de 12 % do capital seguro no caso de invalidez — Isenção do pagamento de prémios no caso de invalidez.

INGERSOLL-RAND, L.DA

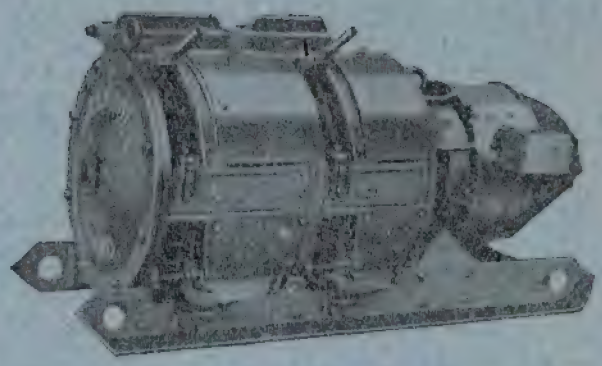
Compressores — Material para minas

Ferramentas Pneumáticas

Bombas centrifugas — Guinchos eléctricos e a ar comprimido

Condensadores de vapor — Motores «Diesel»

Equipamentos de refrigeração



Largo do Corpo Santo, 28-2.º

LISBOA

Telef. 2 9671 Teleg. INGERSOLL

No Porto
RUA S. CATARINA, n.º 160-3.º
Telefones 2 6997/98

Nas Colónias
METROCOL, LDA.
LUANDA

Para equipamento de garagem
C. SANTOS, LDA.
LISBOA PORTO COIMBRA

AUTOMÁTICA ELÉCTRICA PORTUGUESA

S. A. R. L.

Avenida António Augusto de Aguiar, 19, 3.º esq. — LISBOA

Telefone 5 2572 — Telegramas «STROWGER - LISBOA»

Fábrica: — Avenida Infante D. Henrique (Cabo Ruivo)

Telefone 3 9018

Agentes para o Norte de Portugal

CUSTÓDIO JOSÉ RODRIGUES, FILHOS, L.da

74, Rua de S. João, 78 — Telefone 2 2014 — PORTO

Sistemas de telecomunicação por correntes fracas ✦ Aparelhagem telefónica automática «STROWGER» mundialmente conhecida e adoptada pelos C. T. T., Ministério das Colónias e pela Companhia dos Telefones ✦ Telefones do sistema manual e aparelhagem das respectivas estações ✦ Sistemas telefónicos intercomunicadores ✦ Sistemas de transmissão telefónica por alta frequência simples ou múltiplos e aparelhagem acessória ✦ Instalações de vigilância e de «Controle» a distância ✦ Telefones e sinalização para minas ✦ Aparelhos «ELECTROMATIC» reguladores do tráfego de veículos ✦ Contadores eléctricos e outra aparelhagem.

Distribuidores associados pela

AUTOMATIC TELEPHONE & ELECTRIC Cº LTD.

LONDRES e LIVERPOOL, Inglaterra

Agentes em Portugal da

BRITISH INSULATED CALLENDER'S CABLES LTD.

Para cabos telefónicos

Companhias associadas

Electronic Division-Hivac, Ltd.
Elexcel Ltd.
Communications Systems, Ltd.
Telephone & General Trust, Ltd.
British Telecommunications Research, Ltd.
Pionner Telephone Manufacturing Co. Ltd.

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

RUA DA BETESGA, 57. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

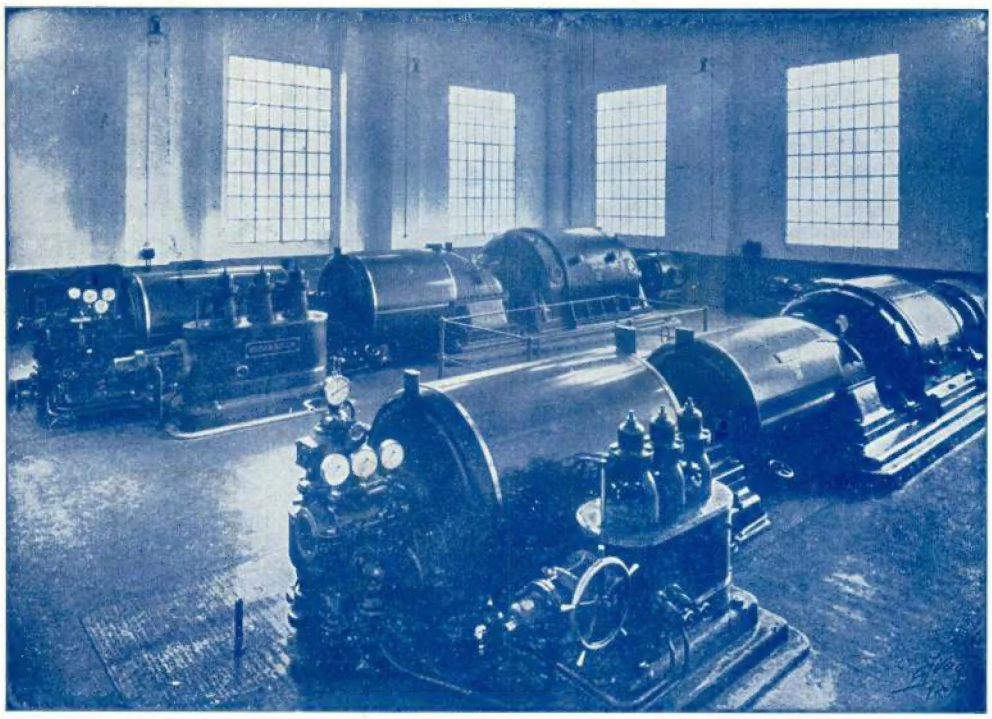
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 2 411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, Material de alta frequência, Telegrafia, Telefonia, Telecomando, etc.



S. A. União Eléctrica Portuguesa — Setúbal
Turbo-grupos de 6.400 kW